

09 JUL 2004

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003)

PCT

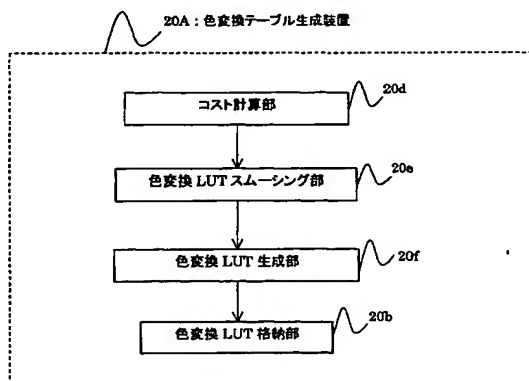
(10) 国際公開番号  
WO 03/061274 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04N 1/46, [JP/JP]; 〒163-0811 東京都 新宿区 西新宿二丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).  
1/60, G06T 1/00, B41J 2/525
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00110
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 9 日 (09.01.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-2061 2002 年 1 月 9 日 (09.01.2002) JP  
特願2002-76424 2002 年 3 月 19 日 (19.03.2002) JP  
特願2002-77132 2002 年 3 月 19 日 (19.03.2002) JP  
特願2002-81040 2002 年 3 月 22 日 (22.03.2002) JP  
特願2002-133732 2002 年 5 月 9 日 (09.05.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荒井 佳文 (ARAI, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒392-8502 長野県 諏訪市 大和三丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 細田 益稔 (HOSODA, Masutoshi); 〒107-0052 東京都 港区 赤坂二丁目 1 1 番 7 号 A T T 新館 7 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF PRODUCING COLOR CONVERSION TABLE, IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 色変換テーブル生成方法、画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体



20A...COLOR CONVERSION TABLE PRODUCING DEVICE

20d...COST CALCULATING UNIT

20e...COLOR CONVERSION LUT SMOOTHING UNIT

20f...COLOR CONVERSION LUT PRODUCING UNIT

20b...COLOR CONVERSION LUT STORING UNIT

(57) Abstract: A method of producing a color conversion table capable of enhancing continuity in an image-data color conversion, an image processing device and a method using the color conversion table, a program and a recording medium. The image processing device performs an image processing by using a color conversion table produced by using functions for evaluating a smoothing level at each element of lattice point data after color conversion by a color conversion table. Functions for evaluating the above smoothing level include a function based on the twisted quantity of ink-quantity vector, a function based on a twisted quantity at a virtual CMY, a function based on a deviation from a target ink quantity, a function based on a deviation from a target virtual CMY, a function based on a failure to meet an ink quantity limitation, a function based on ink quantity reduced to minus, and a function based on ink generation.

[続葉有]

WO 03/061274 A1



添付公開書類：  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

本発明は、画像データの色変換における連続性を高めることができる色変換テーブルの生成方法、当該色変換テーブルを用いる画像処理装置、方法、プログラムおよび記録媒体を提供することを課題とする。

本発明による画像処理装置は、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う。前記平滑化の程度を評価するための関数は、インク量ベクトルのねじれ量に基づく関数、仮想CMYにおけるねじれ量に基づく関数、目的のインク量から離れることに基づく関数、目的の仮想CMYから離れることに基づく関数、インク量制限を満たさないことに基づく関数、インク量が負になったことに基づく関数およびインクの発生に基づく関数を有する。

## 明 細 書

### 色変換テーブル生成方法、画像処理装置、画像処理方法、 プログラムおよび記録媒体

5

#### 技術分野

本発明は、画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルの生成に関する。

#### 10 背景技術

スキャナ、モニタ、プリンタ、プロジェクタなどの色再現装置では、自己発光か反射かの違いや、階調表現法の違い、用いる原色の違いなどによって色再現特性が異なるため、同じ RGB 値、または、CMY 値、あるいは、CMYK 値を入力しても再現される色が大きく異なる。したがって、異なる色再現装置で同じ色を再現するためには、色を装置の特性とは無関係に表現できる装置非依存 (Device-Independent) の空間で表し、その空間で同じになるように実際のインク量や、モニタ RGB 値などを決定するいわゆる色管理 (Color Management) を行う必要がある。

20

例えば、カラープリンタの場合、スキャナ、プリンタ、モニタなどの RGB 値が国際規格である sRGB 値であるという仮定のもとに、規格に従って計算される Lab 値を計算し、プリンタで再現可能な色の内で最もその Lab 値に近い値を持つような色を再現するためのインクの組み合わせに色変換する。そして予め定められた RGB の格子間隔でこの変換を行い、RGB 値からインク量の色変換を行う色変換テーブル

25

(LUT)を予め作成し、プリンタドライバなどに搭載することで、  
所望の色を再現できるようにするのが一般的である。

5 一般にプリンタの色再現特性は入力 RGB 値に対してどのようなインクの組み合わせを使うか（以下これを「分版」と呼ぶ）の特性によって決定される。この分版は様々な条件を満たすように設計されることから、多くの場合インク量の不連続な変化が伴う。したがって、この分版特性を使ってそのまま作成された色変換テーブルも必ずインク量が不連続に変化する部分が存在し、階調ががたつく原因になる。また、  
10 格子にがたつきが存在すると、格子内のデータを求める際に行う線形補間において大きな誤差が発生するため、こうした場合には、色のねじれなども生じる。

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、分版特性  
15 のがたつきを修正し、色変換テーブルの連続性を高めることによって、出力される画像の色ねじれや、トーンジャンプを極力抑えることのできる色変換テーブルの生成方法、当該色変換テーブルを用いる画像処理装置、方法、プログラムおよび記録媒体を提供することを第1の課題とする。

20

さらに、格子のがたつきを解消するために単純にテーブルに対する平滑化処理などを施すと、テーブル全体で彩度が低下してしまう可能性がある。

25 さらに本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、彩度を保ちつつ色ねじれや、トーンジャンプを極力抑えることのできる



色変換テーブルの生成方法、当該色変換テーブルを用いる画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体を提供することを第2の課題とする。

- 5      さらに本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、出力される画像の色ねじれや、トーンジャンプを極力抑えつつ、異なる色再現装置間における色管理が可能なプロファイルの生成装置、生成方法、プログラムおよび記録媒体を提供することを第3の課題とする。

10

#### 発明の開示

上記課題に鑑み、請求項1に記載の発明は色変換テーブル生成方法であって、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色変換

15      ーブルを生成するように構成される。

- 請求項2に記載の発明は画像処理装置であって、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画
- 20      像処理を行うように構成される。

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有して構成される。

25

ここで、「色変換テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのね

じれ量」とは、色変換テーブルの入力値（RGB）で表される各グリッドに対応する変換後のインク量で表されるインク量空間において、隣接する全グリッド間でのインク量ベクトルから定義されるねじれ量である。

5

請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、仮想 CMY におけるねじれ量に基づく評価関数を有して構成される。

10      ここで、「仮想 CMY におけるねじれ量」とは、インク量に関する I 次元空間（I はインク数）から線形結合によって三次元化された空間（仮想 CMY 空間）における前記隣接する全グリッド間での 3 次元ベクトルから定義されるねじれ量である。

15      請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記インク量空間と前記 3 次元化された仮想 CMY 空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行えるように構成される。

20      請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有して構成される。

請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 乃至 6 のいずれか一項に記載の  
25      画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想 CMY からの離れ程度に基づく評価関数を有して構成される。

請求項 8 に記載の発明は、請求項 2 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量制限をこえる程度に基づく評価関数を有して構成される。

5

請求項 9 に記載の発明は、請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有して構成される。

10 請求項 10 に記載の発明は、請求項 2 乃至 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有して構成される。

15 ここで、「インクの発生に基づく評価関数」は、平滑化前の色変換テーブルにおいて元々インク量がゼロであった点にインクが発生していないかどうかを評価するための関数である。

請求項 11 に記載の発明は、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関  
20 数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

請求項 12 に記載の発明は、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関  
25 数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理をコンピュータに実行させるように構成される。

請求項 1 3 に記載の発明は、色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色変換テーブルを生成するように構成される。

請求項 1 4 に記載の発明は、色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 1 4 に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる色変換前後の L a b 空間等の均等知覚色空間によるねじれ量に基づく評価関数を有して構成される。

請求項 1 6 に記載の発明は、請求項 1 4 または 1 5 に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の L a b 空間等の均等知覚色空間からの離れ程度に基づく評価関数を有して構成される。

20

請求項 1 7 に記載の発明は、色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

25

請求項 1 8 に記載の発明は、画像処理をコンピュータに実行させる

ためのプログラムであって、色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いた画像処理をコンピュータに実行させるように構成される。

請求項 19 に記載の発明は、色変換テーブルによる C M Y 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色変換テーブルを生成するように構成される。

請求項 20 に記載の発明は、色変換テーブルによる C M Y 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

請求項 21 に記載の発明は、請求項 20 に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる色変換前後の C M Y 空間等の色空間によるねじれ量に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 22 に記載の発明は、請求項 20 または 21 に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の C M Y 値からの離れ程度に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 23 に記載の発明は、請求項 20 乃至 22 のいずれか一項に

記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、C M Y 値が 2 5 5 を超えないようにする評価関数を有しているように構成される。

- 5      請求項 2 4 に記載の発明は、請求項 2 0 乃至 2 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、C M Y 値が負にならないようにする評価関数を有しているように構成される。

- 10      請求項 2 5 に記載の発明は、色変換テーブルによる C M Y 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

- 15      請求項 2 6 に記載の発明は、画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、色変換テーブルによる C M Y 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いた画像処理をコンピュータに実行させるように構成される。

- 20      請求項 2 7 に記載の発明は、色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて、前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つように色変換する色変換テーブルを生成するように構成される。

25

- 請求項 2 8 に記載の発明は、色変換テーブルによる色変換後の各格

子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成され、かつ前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

5

請求項 29 に記載の発明は、請求項 28 に記載の画像処理装置であって、前記色変換テーブルは、前記平滑化後の格子点の色データが示す彩度が、当該平滑化前の色データが示す彩度に比べて低くなる色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換するように構成される。

10

請求項 30 に記載の発明は、請求項 29 に記載の画像処理装置であって、前記色変換テーブルは、前記平滑化後の格子点の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度に対する比率が、前記平滑化前の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度に対する比率に比べて小さくなる色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換するように構成される。

15

20

請求項 31 に記載の発明は、請求項 28 または 29 に記載の画像処理装置であって、前記色変換テーブルは、最大彩度を示す色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換するように構成される。

25

請求項 32 に記載の発明は、請求項 28 または 29 に記載の画像処

理装置であって、前記色変換テーブルは、色データを構成する複数の要素色のうち少なくとも一色を構成色として含まない色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換するように構成される。

5

請求項 3 3 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 2 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記色変換テーブルは、前記平滑化後の格子点の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度に対する比率と、前記平滑化前  
10 の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度に対する比率とをほぼ一定に保つよう色変換するように構成される。

請求項 3 4 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、色変換テ  
15 ーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 3 5 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、仮想 C M  
20 Y におけるねじれ量に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 3 6 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記インク量空間と前記 3 次元化され  
25 た仮想 C M Y 空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行えるように構成され



る。

請求項 3 7 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 6 のいずれか一項に  
記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的のイン  
5   ク量からの離れ程度に基づく評価関数を有しているように構成され  
る。

請求項 3 8 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 7 のいずれか一項に  
記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の仮  
10   想 C M Y からの離れ程度に基づく評価関数を有しているように構成さ  
れる。

請求項 3 9 に記載の発明は、請求項 3 8 に記載の画像処理装置であ  
って、前記色変換テーブルは、前記目的の仮想 C M Y において、前記  
15   平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換  
するように構成される。

請求項 4 0 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 3 9 のいずれか一項に  
記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量  
20   制限をこえる程度に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 4 1 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 4 0 のいずれか一項に  
記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量  
が負になったことに基づく評価関数を有しているように構成される。

25

請求項 4 2 に記載の発明は、請求項 2 8 乃至 4 1 のいずれか一項に

記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 4 3 に記載の発明は、色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成され、かつ前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する色変換テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

10 請求項 4 4 に記載の発明は、画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成され、かつ前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する色変換テーブルを用いた画像処理をコンピュータに実行させるように構成される。

請求項 4 5 に記載の発明は、画像出力装置が出力するカラーチャートを利用してプロファイルを生成するプロファイル生成装置であって、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて平滑化された色変換テーブルを生成する平滑化テーブル生成手段と、当該平滑化テーブル生成手段によって生成される平滑化された色変換テーブルを用いて、所望の画像入力データに基づき、カラーチャートを画像出力装置に出力させるカラーチャート生成手段と、カラーチャートの測色値を求める測色手段と、前記所望の画像入力データと、当該画像入力データに対応する測色値との対応関係からプロファイルを生成するプロファイ

ル生成手段と、を備えるように構成される。

- 請求項 4 6 に記載の発明は、請求項 4 5 に記載のプロファイル生成装置であって、前記所望の画像入力データが、画像出力装置の色再現特性に依存するデバイス値を有するように構成される。

- 請求項 4 7 に記載の発明は、請求項 4 6 に記載のプロファイル生成装置であって、前記画像出力装置の色再現特性に依存するデバイス値が R G B 値、C M Y 値または C M Y K 値であるように構成される。

10

請求項 4 8 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 4 7 のいずれか一項に記載のプロファイル生成装置であって、前記測色値が、色の見えを表す測色値であるように構成される。

- 15 請求項 4 9 に記載の発明は、請求項 4 8 に記載のプロファイル生成装置であって、前記色の見えを表す測色値が、L a b 値、L u v 値、X Y Z 値または C I E C A M 9 7 S であるように構成される。

- 20 請求項 5 0 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 4 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有しているように構成される。

- 25 請求項 5 1 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 0 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、仮想 C M Y におけるねじれ量に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 5 2 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 1 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記インク量空間と前記 3 次元化された仮想 CMY 空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮  
5 前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行えるように構成される。

請求項 5 3 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 2 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有しているように構成され  
10 る。

請求項 5 4 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想 CMY からの離れ程度に基づく評価関数を有しているように構成され  
15 る。

請求項 5 5 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量  
20 制限をこえる程度に基づく評価関数を有しているように構成される。

請求項 5 6 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有しているように構成される。  
25

請求項 5 7 に記載の発明は、請求項 4 5 乃至 5 6 のいずれか一項に

記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有しているように構成される。

- 請求項 5 8 に記載の発明は、画像出力装置が出力するカラーチャートを利用してプロファイルを生成するプロファイル生成方法であって、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて平滑化された色変換テーブルを生成する平滑化テーブル生成工程と、当該平滑化テーブル生成工程によって生成される平滑化された色変換テーブルを用いて、
- 10 所望の画像入力データに基づき、カラーチャートを画像出力装置に出力させるカラーチャート生成工程と、カラーチャートの測色値を求める測色工程と、前記所望の画像入力データと、当該画像入力データに対応する測色値との対応関係からプロファイルを生成するプロファイル生成工程と、を備えるように構成される。

15

- 請求項 5 9 に記載の発明は、画像出力装置が出力するカラーチャートを利用してプロファイルを生成するプロファイル生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための
- 20 平滑化程度評価関数を用いて平滑化された色変換テーブルを生成する平滑化テーブル生成処理と、当該平滑化テーブル生成処理によって生成される平滑化された色変換テーブルを用いて、所望の画像入力データに基づき、カラーチャートを画像出力装置に出力させるカラーチャート生成処理と、カラーチャートの測色値を求める測色処理と、前記
- 25 所望の画像入力データと、当該画像入力データに対応する測色値との対応関係からプロファイルを生成するプロファイル生成処理と、をコ

ンピュータに実行させるように構成される。

請求項 6 0 に記載の発明は、請求項 5 6、1 8、2 6 または 4 4 に記載のプログラムを記録してコンピュータによって読取可能に構成される。

請求項 6 1 に記載の発明は、色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための複数のコストを用いて色変換テーブルを生成するように構成される。

10

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態にかかる色変換テーブル生成装置の機能ブロック図である。

15 図 2 は、本発明による色変換テーブル生成装置および画像処理装置の具体的ハードウェア構成例を示す概略ブロック図である。

図 3 は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

20 図 4 は、画像処理装置 2 0 B の動作を説明するためのフローチャートである。

図 5 は、色変換テーブル生成装置による処理を説明するためのフローチャートである。

図 6 は、第 1 実施例による色変換テーブルのスモーシング処理を説明するためのフローチャートである。

25 図 7 は、第 1 実施例によるインク量のねじれ量ベクトルの定義を説明するための図である。

図 8 は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

図 9 は、第 2 実施例による色変換テーブル生成装置による L U T 全体のスムージング処理を説明するためのフローチャートである。

- 5 図 1 0 は、第 2 実施例による L a b ベクトルの定義を説明するための図である。

図 1 1 は、第 3 実施例による色変換テーブル生成装置による L U T 全体のスムージング処理を説明するためのフローチャートである。

- 10 図 1 2 は、第 3 実施例による C M Y ベクトルの定義を説明するための図である。

図 1 3 は、仮想 C M Y 空間におけるグリッド p、グリッド T およびグリッド T' を示す図である。

図 1 4 は、第 1 変更例における仮想 C M Y 空間におけるグリッド p、グリッド T およびグリッド T' を示す図である。

- 15 図 1 5 は、第 3 変更例における仮想 C M Y 空間におけるグリッド p、グリッド T およびグリッド T' を示す図である。

図 1 6 は、本発明の一実施形態にかかるプロファイル生成装置の機能ブロック図である。

- 20 図 1 7 は、色変換 L U T を生成するときのプロファイル生成装置の動作を示すフローチャートである。

図 1 8 は、I C C プロファイルを生成するときのプロファイル生成装置の動作を示すフローチャートである。

図 1 9 は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

## 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、当該明細書において、「色変換テーブル」とは、色補正の有無に拘わらず、  
5 入力された値（例えば、RGB 値）を他の値（例えば、インク量の CcMmYK 値など）に変換する機能を有するテーブル（LUT）を意味し、以下で説明するスムーシング処理の対象となる色補正なし LUT も当該テーブルに属する。一方、「色補正テーブル」とは、入力された RGB 値が国際規格（例えば、sRGB 規格）で定義された変換式に従う  
10 と仮定して、これに基づくカラーマネージメント処理によって作られたテーブルであり、入力 RGB をディスプレイに表示した時の色と、プリンタ出力の色とが一致するように色補正を行なう機能を有するテーブル（LUT）である。

15 (A) 第 1 実施形態（画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルの生成）

### (A-1) 第 1 実施例

インク量におけるねじれ量に基づく評価関数を用いる場合

20

図 1 は、本発明の一実施形態にかかる色変換テーブル生成装置の機能ブロック図であり、図 3 は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

25 ハードウェア構成

図 2 は、これら色変換テーブル生成装置および画像処理装置の具体



的ハードウェア構成例を概略ブロック図により示している。

当該実施形態においては、色変換テーブル生成装置および画像処理装置を実現するハードウェアの一例としてコンピュータシステムを採用している。図2は、同コンピュータシステムをブロック図により示している。本コンピュータシステムは、画像入力デバイスとして、スキャナ11aとデジタルスチルカメラ11bとビデオカメラ11cとを備えており、コンピュータ本体12に接続されている。それぞれの入力デバイスは画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを生成してコンピュータ本体12に出力可能となっており、ここで同画像データはRGBの三原色においてそれぞれ256階調表示することにより、約1670万色を表現可能となっている。

コンピュータ本体12には、外部補助記憶装置としてのフロッピーディスクドライブ13aとハードディスク13bとCD-ROMドライブ13cとが接続されており、ハードディスク13bにはシステム関連の主要プログラムが記録されており、フロッピーディスクやCD-ROMなどから適宜必要なプログラムなどを読み込み可能となっている。また、コンピュータ本体12を外部のネットワークなどに接続するための通信デバイスとしてモデム14aが接続されており、外部のネットワークに同公衆通信回線を介して接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入可能となっている。この例ではモデム14aにて電話回線を介して外部にアクセスするようにしているが、LANアダプタを介してネットワークに対してアクセスする構成とすることも可能である。この他、コンピュータ本体12の操作用にキーボード15aやマウス15bも接続されている。

さらに、画像出力デバイスとして、ディスプレイ 17 a、カラープリンタ 17 b およびプロジェクタ 17 c を備えている。ディスプレイ 17 a については水平方向に 800 画素と垂直方向に 600 画素の表示  
5 5 エリアを備えており、各画素毎に上述した 1670 万色の表示が可能となっている。この解像度は一例に過ぎず、640×480 画素であつたり、1024×768 画素であるなど、適宜、変更可能である。

また、カラープリンタ 17 b はインクジェットプリンタであり、C  
10 MYK の四色の色インクを用いてメディアたる印刷用紙上にドットを付して画像を印刷可能となっている。画像密度は 360×360 dpi や 720×720 dpi といった高密度印刷が可能となっているが、階調表現については色インクを付すか否かといった 2 階調表現となっている。一方、このような画像入力デバイスを使用して画像を入力しつ  
15 つ、画像出力デバイスに表示あるいは出力するため、コンピュータ本体 12 内では所定のプログラムが実行されることになる。そのうち、基本プログラムとして稼働しているのはオペレーティングシステム (OS) 12 a であり、このオペレーティングシステム 12 a には、ディスプレイ 17 a での表示を行わせるディスプレイドライバ (D S  
20 P D R V) 12 b と、カラープリンタ 17 b に印刷出力を行わせるプリンタドライバ (P R T D R V) 12 c と、プロジェクタ 17 c での表示を行わせるプロジェクタドライバ 12 d (図示せず) が組み込まれている。これらのドライバ 12 b、12 c および 12 d はディスプレイ 17 a、カラープリンタ 17 b およびプロジェクタ 17 c の機種  
25 に依存しており、それぞれの機種に応じてオペレーティングシステム 12 a に対して追加変更可能である。また、機種に依存して標準処理

以上の付加機能を実現することもできるようになっている。すなわち、オペレーティングシステム 12 a という標準システム上で共通化した処理体系を維持しつつ、許容される範囲内での各種の追加的処理を実現できる。

5

このようなプログラムを実行する前提として、コンピュータ本体 12 は、CPU 12 e、RAM 12 f、ROM 12 g および I/O 12 h などを備え、演算処理を実行する CPU 12 e が RAM 12 f を一時的なワークエリアや設定記憶領域として使用したりプログラム領域として使用しながら、ROM 12 g に書き込まれた基本プログラムを適宜実行し、I/O 12 h を介して接続されている外部機器及び内部機器などを制御している。

ここで、基本プログラムとしてのオペレーティングシステム 12 a 上でアプリケーション 12 d が実行される。アプリケーション 12 d の処理内容は様々であり、操作デバイスとしてのキーボード 15 a やマウス 15 b の操作を監視し、操作された場合には各種の外部機器を適切に制御して対応する演算処理などを実行し、さらには、処理結果をディスプレイ 17 a に表示したり、カラープリンタ 17 b に出力したりすることになる。

かかるコンピュータシステムでは、画像入力デバイスであるスキャナ 11 a などで画像データを取得し、アプリケーション 12 d による所定の画像処理を実行した後、画像出力デバイスとしてのディスプレイ 17 a、カラープリンタ 17 b やプロジェクタ 17 c に表示出力することが可能である。

本実施形態においては、画像処理装置をコンピュータシステムとして実現しているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とするわけではなく、同様の画像データに対して本発明による画像処理が  
5 必要なシステムであればよい。例えば、デジタルスチルカメラ内に本発明による画像処理を行う画像処理装置を組み込み、画像処理された画像データを用いてカラープリンタに印字させるようなシステムであっても良い。また、コンピュータシステムを介することなく画像データを入力して印刷するカラープリンタにおいては、スキャナやデジ  
10 ルスチルカメラまたはモデム等を介して入力される画像データに対して自動的に本発明による画像処理を行って印刷処理するように構成することも可能である。

この他、カラーファクシミリ装置、カラーコピー装置、プロジェク  
15 タといった画像データを扱う各種の装置においても当然に適用可能である。

#### 画像処理制御プログラム

本発明による画像処理制御プログラムは、通常、コンピュータ 1 2  
20 が読取可能な形態でフロッピーディスク、CD-ROMなどの記録媒体に記録されて流通する。当該プログラムは、メディア読取装置（CD-ROMドライブ 1 3 c、フロッピーディスクドライブ 1 3 aなど）によって読み取られてハードディスク 1 3 bにインストールされる。そして、CPUが所望のプログラムを適宜ハードディスク 1 3 bから  
25 読み出して所望の処理を実行するように構成されている。なお、本発明による画像処理制御プログラム自体も本願発明の一部を構成する。

### 色変換テーブル生成装置

図 1 に示す色変換テーブル生成装置 20 A は、CMY 画像データを CMYK c m 画像データに変換する際、画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルを生成する。ここで、C はシア  
5      ン、M はマゼンタ、Y はイエロー、K はブラック、c はライトシアン、m はライトマゼンタである。

図 1 において、色変換テーブル生成装置 20 A は、コスト計算部 2  
10   0 d と、色変換テーブル (LUT) スムージング部 20 e と、色変換  
テーブル (LUT) 生成部 20 f と、色変換テーブル (LUT) 格納  
部 20 b とを備えて構成される。これら各構成部分の処理の詳細に関  
しては後述する。

15      以下、図 5 乃至図 7 を参照して、図 1 に示す色変換テーブル生成装  
置 20 A によって行われる色変換テーブル生成処理プログラムを説明  
する。

図 5 に、CMY 画像データを CMYK c m 画像データに変換する色  
20   変換テーブル生成装置による処理を説明するためのフローチャートを  
示す。

### 各コストの計算処理 (S 2 2)

図 5 に示すように、まず色変換テーブル生成装置 20 A のコスト計  
25   算部 20 d が、色変換テーブルによる色変換後の各格子点 (グリッド)  
のデータにおける平滑化の程度を評価するための関数 (以下、「評価関

数」と称する) Eの各コストの計算処理を行う (S 2 2)。以下、評価関数 E に関して詳細に説明する。

- (A-1-1) 評価関数 E は L U T 内のあるグリッドに対して、各条件を  
5 満たすことで、より小さな値をとり得るように設計する。例えばインク量に対してスムージングをする場合、下式のように、各条件により設計されるコスト項の和として表される。

$$E = E_{it} + E_{vt} + E_s + E_v + E_d + E_n + E_{ob} + \dots \quad (A-1-1)$$

- 10 ここで、

$E_{it}$  は、インク量ベクトルのねじれ量のコストであり、

$E_{vt}$  は、仮想 C M Y でのねじれ量のコストであり、

$E_s$  は、目的のインク量から離れることでのコストであり、

$E_v$  は、目的の仮想 C M Y から離れることでのコストであり、

- 15  $E_d$  は、インク量制限を満たさない場合のコストであり、

$E_n$  は、インク量が負になった場合のコストであり、

$E_{ob}$  は、インクの発生に関するコストである。

- $E_{it}$  および  $E_{vt}$  は、隣接するグリッド間のねじれに関するコストで  
20 あり、これらのコストを小さくすることによって、C M Y から C M Y K c m に変換する際の隣接グリッド間のねじれを小さくして画像データの色変換による連続性を高めることができる。また、 $E_s$  および  $E_v$  は、スムージング前後におけるインク量ベクトルの差から生じるコストであり、同一グリッドの時間的变化によるインク量のベクトル差に  
25 関するコストである。さらに、 $E_d$ 、 $E_n$  および  $E_{ob}$  は、所定の制限を越えないようにするためのコストである。

以下で、各項について詳細に説明する。ただし、全ての項を必ずしも用いる必要はなく、必要に応じて使用する項を選択できる。また、式(A-1-1)はインク量ベクトルに対してスムージングを行う例であり、その他のベクトル（例えば、Lab や XYZ、CMY、その他のさまざまな空間のベクトル）に対しても同様に適応できる。

#### (A-1-2) 評価関数 E の各項の一般形

あるベクトル X に対する評価関数のコスト項  $E_c$  は、一般的に下式のように表す。

$$E_c = \begin{cases} \mathbf{W}_1^t \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \\ |\mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T)|^2 \end{cases} \quad \dots (A-1-2)$$

15

ここで、

$E_c$  は、コスト（スカラ値）であり、

X は、要素数 X である列ベクトルであり、

M は、 $Y \times X$  の行列で、ベクトル X をコストの対象となる要素数 Y のベクトル

20

$Y = M \cdot X$  へと変換する変換行列であり、

$Y_T$  は、要素数 Y である列ベクトルであり、

$W_1$  は、要素数 Y の列ベクトルで、ベクトル  $Y - Y_T$  の各要素へのコストに対する重みを表すベクトルであり、

$W_2$  は、 $Y \times Y$  の対角行列で、ベクトル  $Y - Y_T$  の各要素へのコストに対する重みを表す行列であり、

$t$  は転置を表している。

- 5      以下の説明において、式(A-1-2)の第1式を1次式形式、第2式を2次式形式と称する。

(A-1-3) インク量ベクトルのねじれ量のコスト  $E_{it}$  (インク量ベクトル空間)

- 10      あるグリッド  $p$  と隣接するグリッドを  $p_r$  (以下、「参照グリッド」と称する) とする。また、グリッド  $p$  と隣接する、グリッド  $p_r$  とは別のグリッドを  $p_t$  (以下「遷移グリッド」と称する) とし、さらに、グリッド  $p$ 、 $p_r$  の位置関係と同じ位置関係を  $p_t$  となすグリッドを  $p_{tr}$  とする。ここで、それぞれのグリッド  $p$ 、 $p_r$ 、 $p_t$ 、 $p_{tr}$  が保持するインク
- 15      量ベクトルをそれぞれ、 $I_p$ 、 $I_{pr}$ 、 $I_{pt}$ 、 $I_{ptr}$  とする。

- これらのグリッドの位置関係と、それぞれのグリッドが保持するインク量ベクトルを図7に示す。図7において、 $I_{pr}$  と  $I_p$  の差ベクトルが、 $I_{ptr}$  と  $I_{pt}$  の差ベクトルに遷移したと考えると、「遷移前後の差ベ
- 20      クトルの変位量」は、両差ベクトルの差ベクトルとして表せる。また、遷移距離を、 $I_{pt}$  と  $I_p$  の差ベクトルの大きさと考え、「遷移前後の差ベクトルの変位量」を遷移距離で除算することにより、「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」を求めることができる。この「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」
- 25      の大きさの2乗を、グリッド  $p$  に隣接する全てのグリッド  $p_r$  及び、 $p_t$  に関して加算することにより、グリッド  $p$  におけるインク量ベクト



ルのねじれ量と定義する。ただし、 $p_r$  及び  $p_t$  は、 $p$  に隣接してさえいれば、同一グリッドであつてもかまわない。

このインク量ベクトルのねじれ量をコストとし、式(A-1-3)に示す。

5

$$E_{it} = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left| \frac{I_p + I_{p_{tr}} - I_{p_r} - I_{p_t}}{D_t} \right|^2 \quad \dots (A-1-3)$$

10 式(A-1-3)において、

$t$  は、ある  $p_t$  であり、

$T$  は、 $p_t$  の数であり、

$r$  は、ある  $p_r$  であり、

$R$  は、 $p_r$  の数であり、

15  $D_t$  は、 $t$  における遷移距離である。

コスト  $E_{it}$  が小さいほど、インク量のねじれ量を小さくできる。

ここで、式(A-1-3)を式(A-1-2)の第2式に照らし合わせると、  
 20 インク量ベクトルを他の空間のベクトルに変換する必要がないため、  
 $M$  は単位ベクトルとなり省略できる。また、各要素に重みをかけていないので、 $W_2$  も単位ベクトルとなり省略できる。 $X$  は  $I_p$  であり、 $Y_T$  は  $I_{p_{tr}} - I_{p_r} - I_{p_t}$  である。 $1/D_t^2$  は、ある  $t$  では定数であるため、式(A-1-2)の第2式と式(A-1-3)とは同じ形をしている。

(A-1-4) 仮想 CMY でのねじれ量のコスト  $E_{vt}$ 

通常、インク量への変換は RGB や CMY の 3 次元空間から行われるため、インク量空間だけでねじれを補正してしまうと元々の 3 次元空間である RGB、または、CMY 空間とインク数分の次元数  $I$  を有するインク量空間との変換関係が非線形になってしまう可能性がある。この崩れを最小限に抑えるために、インク量の線形結合で定義される 3 次元空間上でのねじれ量補正をインク量空間上での補正と同時に行うとより好ましい結果が得られると考えられる。以下にインク量の線形結合で定義される 3 次元空間（以下仮想 CMY と称す）でのねじれ量に基づくコスト  $E_{vt}$  を定義する。

$E_{it}$  の場合と全く同様に、各グリッドにおいて、仮想 CMY ベクトルを保持していると考ええる。このとき、グリッド  $p$ 、 $p_r$ 、 $p_t$ 、および  $p_{tr}$  において保持する仮想 CMY ベクトルを、 $V_p$ 、 $V_{pr}$ 、 $V_{pt}$ 、および  $V_{ptr}$  とする。ここで、仮想 CMY ベクトルは、適当な結合係数により、インク量ベクトルの要素を線形結合したものであるもので、式(A-1-3)の  $I$  を  $V$  に置き換え、インク量ベクトルから仮想 CMY ベクトルへの  $3 \times I$  の変換行列  $K$  ( $V_p = K \cdot I_p$ ) により、仮想 CMY によるねじれ量のコスト  $E_{vt}$  は、式(A-1-4)として表せる。ただし、 $I$  はインク量ベクトルの要素数である。

$$E_{vt} = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left| \frac{K \cdot I_p + V_{ptr} - V_{pr} - V_{pt}}{D_{vt}} \right|^2 \quad \dots (A-1-4)$$

ここで、 $D_{vt}$  は、 $t$  における遷移距離で、グリッド  $p$ 、 $p_t$  における仮想 CMY ベクトルの差ベクトルの大きさである。

5

ここで、式(A-1-4)を式(A-1-2)第2式と照らし合わせると、式(A-1-3)の場合と同様に、両者は同じ形をしていることが分かる。

(A-1-5) 目的のインク量から離れることでのコスト  $E_s$

- 10     グリッド  $p$  におけるインク量ベクトル  $I_p$  は、インク量ベクトル  $I_T$  を理想的な（目的の）ベクトルであるとする、 $I_p$  と  $I_T$  の差ベクトルの大きさが大きくなるほどコストが大きいと考えられる。このコストを  $E_s$  とし式(A-1-5)に示す。ただし、 $W_s$  は  $I \times I$  の対角行列で、インク量ベクトルの各要素に対する重み行列である。

15

$$E_s = \left| W_s \cdot (I_p - I_T) \right|^2 \quad \dots (A-1-5)$$

- 20     式(A-1-5)においても、式(A-1-2)の第2式と同じ形であることが確認できる。

- 理想的なインク量ベクトル  $I_T$  が予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近いインク量ベクトルか、別のターゲットとして  
25     のインク量ベクトルを考えることになる。

(A-1-6) 目的の仮想 CMY から離れることでのコスト  $E_v$

- グリッド  $p$  における仮想 CMY ベクトル  $V_p$  は、仮想 CMY ベクトル  $V_T$  を理想的なベクトルであるとし、式(A-1-5)と同様に、変換行列  $K$  を用いて、 $E_v$  は式(A-1-6)のように表す。

$$E_v = \left| W_v \cdot (K \cdot I_p - V_T) \right|^2 \quad \dots (A-1-6)$$

10

ただし、 $W_v$  は  $3 \times 3$  の対角行列で、仮想 CMY ベクトルの各要素に対する重み行列である。やはり、式(A-1-6)も式(A-1-2)の第2式と同じ形である。

- 15 この  $V_T$  も  $I_T$  と同様に、理想的な仮想 CMY ベクトルが予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近い仮想 CMY ベクトルか、別のターゲットとしての仮想 CMY ベクトルを考えることになる。

(A-1-7) インク量制限を満たさない場合のコスト  $E_d$

- 20 さまざまなインク量ベクトル要素の組み合わせに対して、それらのインク量の合計がある制限値を超えることによるコストである。インク量をあまり多くすると、インクがにじみ好ましくないために評価対象としている。

- 25 このとき、インク量ベクトル  $I_p$  から、インクの組み合わせの合計を

表すベクトル（以下、組み合わせベクトル） $D_p$  への変換行列を  $N$  ( $D_p = N \cdot I_p$ ) とし、その制限値を収めたベクトルを  $D_L$  とすると、 $D_p$  と  $D_L$  の差ベクトルの各要素が、正である場合コストが発生すると思われる。これを式で表すと式(A-1-7)になる。

5

$$E_d = \begin{cases} W_{d1}^t \cdot (N \cdot I_p - D_L) \\ |W_{d2} \cdot (N \cdot I_p - D_L)|^2 \end{cases} \quad \dots (A-1-7)$$

- 10 ここで、 $W_{d1}$  は要素数  $D$  の列ベクトル、 $W_{d2}$  は要素数  $D \times D$  の対角行列で、いずれも重みを表す重みベクトル及び、重み行列である。このとき、 $W_{d1}$ 、 $W_{d2}$  の各重み要素は、 $D_p$  と  $D_L$  の差ベクトルの要素の正負により 0 を取り得る。ただし、 $D$  は組み合わせベクトルの要素数である。

15

式(A-1-7)は、1次式形式と2次式形式があり、利用する場合いずれかを選択する。また、式(A-1-7)を式(A-1-2)と比較すると、1次式形式、2次式形式ともに、同じ形をしていることが確認できる。

- 20 (A-1-8) インク量が負になった場合のコスト  $E_n$

インク量ベクトル  $I_p$  の各要素が負である場合にコストが大きくなるとする。これを式(A-1-8)に示す。

$$E_n = \begin{cases} W_{n1}^t \cdot I_p \\ |W_{n2} \cdot I_p|^2 \end{cases} \quad \dots (A-1-8)$$

ただし、 $W_{n1}$  は要素数  $I$  の重みベクトル、 $W_{n2}$  は  $I \times I$  の対角行列で、  
重み行列である。 $W_{n1}$ 、 $W_{n2}$  のそれぞれの重み要素は、インク量ベク  
5 トル  $I_p$  の各要素が負の値の場合、負の大きさを有する。

式(A-1-8)も、1次式形式と2次式形式のいずれかを選択する。また、式(A-1-8)を式(A-1-2)と比較すると、1次式形式、2次式形式ともに、省略できる部分はあるものの同じ形をしていることが確認  
10 できる。

(A-1-9) インクの発生に関するコスト  $E_{ob}$

インク量ベクトル  $I_p$  のある要素が正の値を保持してはならない場合に、それに反する時に発生するコストである。インクの発生が早くなるとドットの視認性が良くなり粒状感が悪くなるので、当該コスト  
15 を評価対象とする。これを式(A-1-9)に示す。

$$E_{ob} = \begin{cases} W_{ob1}^t \cdot I_p \\ |W_{ob2} \cdot I_p|^2 \end{cases} \quad \dots (A-1-9)$$

20

ただし、 $W_{ob1}$  は要素数  $I$  の重みベクトル、 $W_{ob2}$  は  $I \times I$  の対角行列で、  
重み行列である。 $W_{ob1}$ 、 $W_{ob2}$  のそれぞれの重み要素は、インク量ベク

トル  $I_p$  のある要素が正で、かつ、本来ならば正の値を持つてはいけない場合に、正の値をとる。

- 式(A-1-9)も、1次式形式、2次式形式のいずれかを選択する。また、式(A-1-9)を式(A-1-2)と比較すると、1次式形式、2次式形式ともに、省略できる部分はあるものの同じ形をしていることが確認できる。

- 以上(A-1-1)~(A-1-9)において各コストを計算した後、以下のスムーシング処理が行われる。

#### スムーシング処理 (S 2 4)

- 図5に示すように、次に、色変換テーブル生成装置20Aの色変換LUTスムーシング部20eが、以下で詳細に説明するスムーシング処理(評価関数Eを最小にする $I_p$ の計算処理)を行う(S 2 4)。

#### (A-1-1) グリッドpにおけるLUTスムーシングの概要

- グリッドpにおいてLUTをスムーシング(平滑化)することは、式(A-1-1)の評価関数Eを最小にするによって行われる。式(A-1-1)の評価関数Eを最小にする任意の方法を用いることができるが、当該実施形態では以下の方法を用いる。

- 式(A-1-1)における各項は式(A-1-3)~式(A-1-9)の和の形で示される。つまり、評価関数Eの全ての項は $I_p$ の各要素を含み、それらの要素に対して最大2次で表される。さらに、2次の場合、1次の2乗であり、必ず下に凸の関数であることが分かる。すなわち、Eを $I_p$ の各要素について偏微分した関数をゼロベクトルと等しくする $I_p$ に

より、評価関数  $E$  は最小値を取り得る。

上記のように、式(A-1-3)～式(A-1-9)は全て式(A-1-2)と同じ形となる。ここで、式(A-1-2)を用いて評価関数  $E$  の各項を  $I_p$  (式(A-1-2)の場合は  $X$ ) の各項で偏微分する場合の一般形式を示す。式(A-1-2)を  $X$  の各項で偏微分した場合を式(A-1-10)に示す。

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \left( \frac{\partial E_c}{\partial X_1} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_x} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_X} \right)^t \\ &= \begin{cases} (\mathbf{W}_1^t \cdot \mathbf{M})^t \\ 2(\mathbf{W}_2 \cdot \mathbf{M})^t \cdot \mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \end{cases} \quad \dots \quad (\text{A-1-10}) \end{aligned}$$

10

ここで、 $\mathbf{A}$  は要素数  $X$  の列ベクトルで、各要素は  $E_c$  を  $X$  の各要素  $X_x$  で偏微分したものである。ただし、 $x$  はベクトル  $X$  の要素番号で  $x=1, 2, \dots, X$  である。

15

(A-1-2) 評価関数  $E$  の  $I_p$  の要素による偏微分

式(A-1-10)と同様に、式(A-1-3)～式(A-1-9)を  $I_p$  の各要素で偏微分すると以下ようになる。ここで、 $A_{it}$ 、 $A_{vt}$ 、 $A_s$ 、 $A_v$ 、 $A_d$ 、 $A_n$ 、 $A_{ob}$  は、それぞれ  $E_{it}$ 、 $E_{vt}$ 、 $E_s$ 、 $E_v$ 、 $E_d$ 、 $E_n$ 、 $E_{ob}$  を  $I_p$  の各要素  $I_{pi}$  で偏微分することにより求まる要素数  $I$  の列ベクトルを示す。ただし、 $i$  はベクトル  $I_p$  の要素番号で、 $i=1, 2, \dots, I$  である。

20



$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_{it} &= \left( \frac{\partial E_{it}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{it}}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{it}}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= \sum_{i=1}^T \sum_{r=1}^R \frac{2}{D_{it}^2} (\mathbf{I}_p + \mathbf{I}_{pr} - \mathbf{I}_{pr} - \mathbf{I}_{pt}) \\
&\dots \quad (\text{A-1-12})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_{vt} &= \left( \frac{\partial E_{vt}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{vt}}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{vt}}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= \sum_{i=1}^T \sum_{r=1}^R \frac{2}{D_{vt}^2} \mathbf{K}^t \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p + \mathbf{V}_{pr} - \mathbf{V}_{pr} - \mathbf{V}_{pt}) \\
&\dots \quad (\text{A-1-13})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_s &= \left( \frac{\partial E_s}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_s}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_s}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= 2\mathbf{W}_s^2 \cdot (\mathbf{I}_p - \mathbf{I}_t) \\
&\dots \quad (\text{A-1-14})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_v &= \left( \frac{\partial E_v}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_v}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_v}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= 2(\mathbf{W}_v \cdot \mathbf{K})^t \cdot \mathbf{W}_v \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{V}_t) \\
&\dots \quad (\text{A-1-15})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_d &= \left( \frac{\partial E_d}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_d}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_d}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= \begin{cases} (\mathbf{W}_{d1}^t \cdot \mathbf{N}) \\ 2(\mathbf{W}_{d2} \cdot \mathbf{N})^t \cdot \mathbf{W}_{d2} \cdot (\mathbf{N} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{D}_L) \end{cases} \\
&\dots \quad (\text{A-1-16})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_n &= \left( \frac{\partial E_n}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_n}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_n}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= \begin{cases} \mathbf{W}_{n1} \\ 2\mathbf{W}_{n2}^2 \cdot \mathbf{I}_p \end{cases} \\
&\dots \quad (\text{A-1-17})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}_{ob} &= \left( \frac{\partial E_{ob}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{ob}}{\partial I_{pi}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{ob}}{\partial I_{pt}} \right)^t \\
&= \begin{cases} \mathbf{W}_{ob1} \\ 2\mathbf{W}_{ob2}^2 \cdot \mathbf{I}_p \end{cases} \\
&\dots \quad (\text{A-1-18})
\end{aligned}$$

式(A-1-12)～式(A-1-18)の合計が評価関数Eを  $I_p$  の各要素で偏微分することにより得られるベクトルとなる。このベクトルがゼロベクトルであるとして  $I_p$  について解くと、Eを最小にする  $I_p$  を求めることができる。すなわち、

5

$$\begin{aligned} f(I_p) &= A_{it} + A_{vt} + A_s + A_v + A_d + A_n + A_{ob} \\ &= 0 \end{aligned} \quad \cdot \cdot \cdot (A-1-19)$$

10

を  $I_p$  について解くことを意味する。ただし、 $f$  はEを  $I_p$  の各要素で偏微分して得られるベクトルを関数の形で表したものであり、0 はゼロベクトルを表す。式(A-1-19)の第1式右辺の各項は、評価関数である式(A-1-1)において選択した項に対応する項だけを使用する。

15

以上のようにして、色変換LUTスレーシング部20eが、評価関数Eを最小にする  $I_p$  を求めて、当該スレーシング処理を終了する。

20

LUT全体のスレーシング処理 (S25)

図5に示すように、次に、色変換テーブル生成装置20Aの色変換LUTスレーシング部20eが、以下で詳細に説明するLUT全体のスレーシング処理を行う (S25)。

25

LUT全体のスムーシング処理を行うのに、グリッド  $p$  以外のグリッドにおいて保持しているインク量ベクトルを変化させずに  $I_p$  のみを補正すれば良い場合、上記の方法により最適な  $I_p$  を求めることができる。しかし、実際にはLUT全体のスムーシング処理を行うのに、グリッド  $p$  以外のグリッドにおいて保持しているインク量ベクトルも補正しなければならない。そこで、各グリッドのインク量ベクトルを順次補正することを繰り返すことにより、LUT全体のスムーシングを行う。

10

グリッド  $p$  のある状態  $n$  でのインク量ベクトルを、次の状態へ補正すること（式(A-1-19)を  $I_p$  について解くこと）を  $g$  で表すならば、その補正は一般に式(A-1-20)のように表される。

15

$$I_p^{n+1} = g(\dots, I_{p-1}^n, I_p^n, I_{p+1}^n \dots) \quad \dots (A-1-20)$$

全てのグリッドにおいて、状態  $n$  から状態  $n+1$  に補正された場合、各々のグリッドにおいてコスト  $E$  が、必ずしも小さくなるとは限らない。なぜならば、式(A-1-20)のように、状態  $n$  におけるコスト  $E$  に基づき、各々のグリッドに関して状態  $n+1$  のインク量ベクトルを求めているため、式(A-1-20)を求めるにあたって、状態  $n+1$  のコスト  $E$  は考慮されていないからである。すなわち、コストを小さくすることが目的であるため、大半のグリッドは状態  $n$  のコストより、状態  $n+1$  のコ

20

25

ストの方が小さくなると予想されるが絶対ではない。

そこで、①全て式(A-1-20)により補正 (S 4 0)、②コストが大きくなる補正をせず (S 5 4)、または③アニーリング法 (S 5 6) によりある程度小さいコストの増加を許容して補正する。

5

次に、図 6 に示すフローチャートを参照して、図 5 の S 2 5 に示す L U T 全体のスムーシング処理についてさらに詳細に説明する。

図 6 に示すように、S 2 5 における L U T 全体のスムーシング処理  
10 が開始されると、式(A-1-20)の  $n$  に 0 (ゼロ) がセットされ (S 3 0)、インク量ベクトル  $I$  :

$$I_p^n$$

15 ( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) が入力される (S 3 2)。ここで、 $P$  はグリッド数を表す。

次に、 $n < N$  であるか否かが判断され (S 3 4)、 $n < N$  の場合 (S 3 4, Y) には状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコスト :

20

$$E_p^n$$

( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) の計算を行い (S 3 6)、グリッド  $p$  ( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) のある状態  $n$  でのインク量ベクトルを式(A-1-20)を用いて

求めて、変数 Count を P にセットする (S 3 8)。

ここで、N はスムーシング回数を表し、状態 n の最大値が  $N - 1$  であることを示す。

5

そして、「すべてのグリッドを補正しない」という条件の場合 (S 4 0, N)、p を 0 (ゼロ) にセットし (S 4 2)、 $p < P$  であるか否かが判断される (S 4 4)。

10     そして、「すべてのグリッドを補正する」という条件の場合 (S 4 0, Y) または  $p < P$  でない場合 (S 4 4, N) であって、Count が 0 (ゼロ) でない場合 (S 4 6, N)、 $n+1$  を n にセットしてアニーリング法用の確率変数パラメータを小さくして (S 4 8)、S 3 4 に戻る。

15     一方、 $p < P$  の場合 (S 4 4, Y)、状態  $n + 1$  におけるグリッド p についてのコスト：

$$E_p^{n+1}$$

20     が計算され (S 5 0)、

$$E_p^{n+1} < E_p^n$$

であるか否かが判断される (S 5 2)。そして、状態  $n + 1$  におけるグ

リッド  $p$  についてのコストが状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコスト以上の場合 (S 5 2、N) には、「コストが小さくなければ補正しない」という条件か否かが判断され (S 5 4)、S 5 4 において「コストが小さくなければ補正しない」という条件に合致しない場合 (S 5 4、N)、「アニーリング法を用いた補正を許可する」という条件か否かが判断される (S 5 6)。

そして、「コストが小さくなければ補正しない」という条件にあてはまる場合 (S 5 4、Y) または「アニーリング法を用いた補正を許可しない」という条件の場合 (S 5 6、N)、状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのインク量ベクトル：

$$\mathbf{I}_p^n$$

15 を、状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  についてのインク量ベクトル：

$$\mathbf{I}_p^{n+1}$$

にセットするとともに、変数 (Count-1) を Count にセットする (S 20 6 0)。

そして、S 6 0 の後、または状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  についてのコストが状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコストよりも小さい場合 (S 5 2、Y)、または「アニーリング法を用いた補正を許可す

る」という条件の場合 (S 5 6, Y)、(p + 1) を p にセットして (S 5 8)、S 4 4 に戻る。

一方、S 3 4 において  $n < N$  でない場合 (S 3 4, N) または S 4 5 6 において Count が 0 の場合 (S 4 6, Y) には、インク量ベクトル：

$$\mathbf{I}_p^{n+1}$$

( $p = 0, 1, \dots, P-1$ ) を出力して (S 6 2)、処理を終了する。

- 10     そして、L U T 全体のスムージング処理 (S 2 5) の後、図 5 の S 2 6 に戻り、色変換テーブルが生成され (S 2 6)、当該生成された色変換テーブルが色変換 L U T 格納部 2 0 b に格納される (S 2 8)。

- 15     以上のようにして、画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルを生成することができる。

#### 画像処理装置

- 図 3 において、画像処理装置 2 0 B は、R G B 画像入力データに対して所望の画像処理を施し、当該画像処理された画像データを画像出力装置 3 0 に出力する。
- 20

ここで、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。

当該実施形態では、画像出力装置がC（シアン）M（マゼンタ）Y（イエロー）K（ブラック）c（ライトシアン）m（ライトマゼンタ）の6色のインクを使用するカラープリンタがRGBデータに基づき色再現を行う場合について説明する。

5

画像処理装置20Bは、RGB画像データをCMY画像データに変換する第1色変換部20dと、色変換テーブル生成装置20Aによって生成された色変換テーブルを少なくとも格納している色変換LUT格納部20bと、色変換LUT選択部20cによって選択された色変換テーブル（LUT）を色変換LUT格納部20bから読み出し、当該読み出された色変換LUTを参照してCMYデータをCMYKcmデータに変換する第2色変換部20aと、を備えている。

次に、図4を参照して、画像処理装置20Bの動作について説明する。

図4に示すように、ユーザによって画像出力開始（ステップ70）が指示されるとともに、所定の色変換LUTが選択されると（ステップ72、Yes）、当該所定の色変換LUTが色変換LUT格納部20bから読み出され、RAM内に読み込まれる（ステップ74）。そして、当該色変換LUTを第2色変換部20aに組み込み（ステップ76）、3次元色変換LUTを参照して補間演算によって画像処理を行い、画像出力処理を行う（ステップ78）。

当該実施形態による画像処理装置によれば、ステップ72において色変換テーブル生成装置20Aによって生成された画像データの色変



換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルが選択されると、当該色変換テーブルを用いて色変換がなされるので、色変換後に階調ががたつくことを防ぐことができる。

## 5 (A-2) 第2実施例

色変換テーブルによるL a b空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いる場合

- 10 第2実施例にかかる色変換テーブル生成装置の機能ブロック図は、図1に示す第1実施例の機能ブロック図と同一である。図8に、第2実施例に係る画像処理装置の機能ブロック図を示す。

### ハードウェア構成

- 15 第2実施例に係る色変換テーブル生成装置および画像処理装置の具体的ハードウェア構成例は、図2に示す第1実施例の概略ブロック図と同一であり、その説明を省略する。

### 画像処理制御プログラム

- 20 本発明による画像処理制御プログラムは、通常、コンピュータ12が読取可能な形態でフロッピーディスク、CD-ROMなどの記録媒体に記録されて流通する。当該プログラムは、メディア読取装置(CD-ROMドライブ13c、フロッピーディスクドライブ13aなど)によって読み取られてハードディスク13bにインストールされる。
- 25 そして、CPUが所望のプログラムを適宜ハードディスク13bから読み出して所望の処理を実行するように構成されている。なお、本発

明による画像処理制御プログラム自体も本願発明の一部を構成する。

第2実施例において、図1に示す色変換テーブル生成装置20Aは、RGB (sRGB) 画像データから変換されたLab画像データを画像出力装置の色空間に適合するL'a'b'画像データに変換する色変換  
5 テーブルを生成する。当該色変換テーブルは、Lab画像データをL'a'b'画像データに変換する際、画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルを生成する。当該実施形態では、均等知覚色空間における色変換の一例として、Lab空間における色変換の  
10 場合について説明する。

第1実施例と同様、図1に示す第2実施例の色変換テーブル生成装置20Aは、コスト計算部20dと、色変換テーブル(LUT)スムー  
15 ーシング部20eと、色変換テーブル(LUT)生成部20fと、色変換テーブル(LUT)格納部20bとを備える。これら各構成部分の処理の詳細に関しては後述する。

以下、図5、図9および図10を参照して、図1に示す色変換テーブル生成装置20Aによって行われる色変換テーブル生成処理プログラ  
20 ムを説明する。

第2実施例にかかる色変換テーブル生成装置20Aによる色変換テーブル生成処理は、図5に示す第1実施例に係る色変換テーブル生成装置20Aによる色変換テーブル生成処理を説明するためのフローチャートと同一である。  
25

### 各コストの計算処理 (S 2 2)

図 5 に示すように、まず色変換テーブル生成装置 2 0 A のコスト計算部 2 0 d が、色変換テーブルによる色変換後の各格子点 (グリッド) のデータにおける平滑化の程度を評価するための関数 (以下、「評価関数」と称する)  $E$  の各コストの計算処理を行う (S 2 2)。以下、評価関数  $E$  に関して詳細に説明する。

(A-2-1) 評価関数  $E$  は  $LUT$  内のあるグリッドに対して、各条件を満たすことで、より小さな値をとり得るように設計する。 $L a b$  ベクトルに対して平滑化処理 (以下「スモーシング処理」と称する) を適用する場合、評価関数  $E$  は、下式のように、各条件により設計されるコスト項の和として表される。

$$E = E_{lt} + E_l \quad (A-2-1)$$

ここで

$E_{lt}$  は、 $L a b$  によるねじれ量のコストであり、

$E_l$  は、目的の  $L a b$  から離れることによるコストである。

$E_{lt}$  は、隣接するグリッド間のねじれに関するコストであり、 $E_{lt}$  を小さくすることによって、 $L a b$  から  $L' a' b'$  に変換する際の隣接グリッド間のねじれを小さくして画像データの色変換による連続性を高めることができる。また、 $E_l$  は、スモーシング前後における  $L a b$  ベクトルの差から生じるコストであり、同一グリッドの時間的变化による  $L a b$  ベクトルの差に関するコストである。

25

以下で、各項について詳細に説明する。なお、式 (A-2-1) は  $L a b$

ベクトルに対してスムーシングを行う例であり、その他のベクトル(例えば、 $X Y Z$ 、 $C M Y$ 、その他の空間のベクトル)に対しても同様に適応できる。

#### 5 (A-2-2) 評価関数 $E$ の各項の一般形

あるベクトル  $X$  に対する評価関数のコスト項  $E_c$  は、一般的に下式のように表す。

$$E_c = \begin{cases} W_1^t \cdot (M \cdot X - Y_T) \\ |W_2 \cdot (M \cdot X - Y_T)|^2 \end{cases} \quad \dots (A-2-2)$$

10

ここで、

$E_c$  は、コスト (スカラ値) であり、

15  $X$  は、要素数  $X$  である列ベクトルであり、

$M$  は、 $Y \times X$  の行列で、ベクトル  $X$  をコストの対象となる要素数  $Y$  のベクトル

$Y = M \cdot X$  へと変換する変換行列であり、

$Y_T$  は、要素数  $Y$  である列ベクトルであり、

20  $W_1$  は、要素数  $Y$  の列ベクトルで、ベクトル  $Y - Y_T$  の各要素へのコストに対する重みを表すベクトルであり、

$W_2$  は、 $Y \times Y$  の対角行列で、ベクトル  $Y - Y_T$  の各要素へのコストに対する重みを表す行列であり、

$t$  は転置を表している。

以下の説明において、式(A-2-2)の第1式を1次式形式、第2式を2次式形式と称する。

- 5 (A-2-3) Labベクトルのねじれ量のコスト  $E_{lt}$  (Labベクトル空間)

あるグリッド  $p$  と隣接するグリッドを  $pr$  (以下、「参照グリッド」と称する) とする。また、グリッド  $p$  と隣接する、グリッド  $pr$  とは別のグリッドを  $pt$  (以下「遷移グリッド」と称する) とし、さらに、グリッド  $p$ 、 $pr$  の位置関係と同じ位置関係を  $pt$  となすグリッドを  $ptr$  とする。ここで、それぞれのグリッド  $p$ 、 $pr$ 、 $pt$ 、 $ptr$  が保持する Labベクトルをそれぞれ、 $L_p$ 、 $L_{pr}$ 、 $L_{pt}$ 、 $L_{ptr}$  とする。

これらのグリッドの位置関係と、それぞれのグリッドが保持する Labベクトルを図10に示す。図10において、 $L_{pr}$  と  $L_p$  の差ベクトルが、 $L_{ptr}$  と  $L_{pt}$  の差ベクトルに遷移したと考えると、「遷移前後の差ベクトルの変位量」は、両差ベクトルの差ベクトルとして表せる。また、遷移距離を、 $L_{pt}$  と  $L_p$  の差ベクトルの大きさと考え、「遷移前後の差ベクトルの変位量」を遷移距離で除算することにより、「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」を求めることができる。

この「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」の大きさの2乗を、グリッド  $p$  に隣接する全てのグリッド  $pr$  及び、 $pt$  に関して加算することにより、グリッド  $p$  における Labベクトルのねじれ量と定義する。ただし、 $pr$  及び  $pt$  は、 $p$  に隣接してさえいれば、

25 同一グリッドであってもかまわない。

この L a b ベクトルのねじれ量をコストとし、式(A-2-3)に示す。

$$E_{lt} = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left| \frac{\mathbf{L}_p + \mathbf{L}_{ptr} - \mathbf{L}_{pr} - \mathbf{L}_{pt}}{D_{lt}} \right|^2 \quad \dots (A-2-3)$$

5

式(A-2-3)において、

t は、ある pt であり、

T は、pt の数であり、

r は、ある pr であり、

10 R は、pr の数であり、

D<sub>lt</sub> は、t における遷移距離である。

コスト E<sub>lt</sub> が小さいほど、L a b におけるねじれ量を小さくできる。

- 15     ここで、式(A-2-3)を式(A-2-2)の第2式に照らし合わせると、  
 L a b ベクトルを他の空間のベクトルに変換する必要がないため、M  
 は単位ベクトルとなり省略できる。また、各要素に重みをかけていな  
 いので、W<sub>2</sub> も単位ベクトルとなり省略できる。X は L<sub>p</sub> であり、Y<sub>T</sub> は L<sub>ptr</sub>  
 - L<sub>pr</sub> - L<sub>pt</sub> である。1/D<sub>lt</sub><sup>2</sup> は、ある t では定数であるため、式(A-2-2)  
 20     の第2式と式(A-2-3)とは同じ形をしている。

(A-2-4) 目的の L a b から離れることでのコスト E<sub>l</sub>

グリッド p における L a b ベクトル L<sub>p</sub> は、L a b ベクトル L<sub>T</sub> を理  
 想的な（目的の）ベクトルであるとする、L<sub>p</sub> と L<sub>T</sub> の差ベクトルの大

きさが大きくなるほどコストが大きいと考えられる。このコストを  $E_l$  とし式(A-2-4)に示す。ただし、 $W_1$  は  $3 \times 3$  の対角行列で、 $L a b$  ベクトルの各要素に対する重み行列である。

$$E_l = |W_1 \cdot (L_p - L_T)|^2 \quad \dots (A-2-4)$$

式(A-2-4)においても、式(A-2-2)の第2式と同じ形であることが確認できる。

- 10 理想的な  $L a b$  ベクトル  $L_T$  が予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近い  $L a b$  ベクトルか、別のターゲットとしての  $L a b$  ベクトルを考えることになる。ここで理想状態により近い  $L a b$  ベクトルとして、スムーシング前の  $L a b$  ベクトルを用いる。スムーシングが進むにつれ、当該グリッドの  $L a b$  ベクトルは、理想値に
- 15 近付くことが期待されるためであり、またスムーシングの時間的制約も考慮している。

以上(A-2-1)および(A-2-3)、(A-2-4)において各コストを計算した後、以下のスムーシング処理が行われる。

20

#### スムーシング処理 (S 2 4)

図9に示すように、次に、色変換テーブル生成装置20Aの色変換  $L U T$  スムーシング部20eが、以下で詳細に説明するスムーシング処理(評価関数  $E$  を最小にする  $L_p$  の計算処理)を行う(S 2 4)。

25

## (A-2-1) グリッド p における LUT スムージングの概要

グリッド p において LUT をスムージング（平滑化）することは、式(A-2-1)の評価関数 E を最小にするによって行われる。式(A-2-1)の評価関数 E を最小にする任意の方法を用いることができるが、当

5 該実施形態では以下の方法を用いる。

式(A-2-1)における各項は式(A-2-3)と式(A-2-4)の和の形で示される。つまり、評価関数 E の全ての項は  $L_p$  の各要素を含み、それらの要素に対して最大 2 次で表される。さらに、2 次の場合、1 次の  
10 2 乗であり、必ず下に凸の関数であることが分かる。すなわち、E を  $L_p$  の各要素について偏微分した関数をゼロベクトルと等しくする  $L_p$  により、評価関数 E は最小値を取り得る。

上記のように、式(A-2-3)及び式(A-2-4)はいずれも式(A-2-2)と同じ形となる。ここで、式(A-2-2)を用いて評価関数 E の各項を  
15  $L_p$  (式(A-2-2)の場合は X) の各項で偏微分する場合の一般形式を示す。式(A-2-2)を X の各項で偏微分した場合を式(A-2-5)に示す。

20

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \left( \frac{\partial E_c}{\partial X_1} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_x} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_X} \right)^t \\ &= \begin{cases} (\mathbf{W}_1^t \cdot \mathbf{M})^t \\ 2(\mathbf{W}_2 \cdot \mathbf{M})^t \cdot \mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \end{cases} \end{aligned} \quad \dots (A-2-5)$$



ここで、 $A$ は要素数 $X$ の列ベクトルで、各要素は $E_x$ を $X$ の各要素 $X_x$ で偏微分したものである。ただし、 $x$ はベクトル $X$ の要素番号で $x=1, 2, \dots, X$ である。

(A-2-2) 評価関数 $E$ の $L_p$ の要素による偏微分

- 5 式(A-2-5)と同様に、式(A-2-3)及び式(A-2-4)を $L_p$ の各要素で偏微分すると以下ようになる。ここで、 $A_{lt}$ 、 $A_l$ は、それぞれ $E_{lt}$ 、 $E_l$ を $L_p$ の各要素 $L_{pl}$ 、 $L_{pa}$ 及び $L_{pb}$ で偏微分することにより求まる要素数3の列ベクトルを示す。

$$\begin{aligned}
 A_{lt} &= \begin{pmatrix} \frac{\partial E_{lt}}{\partial L_{pl}} & \frac{\partial E_{lt}}{\partial L_{pa}} & \frac{\partial E_{lt}}{\partial L_{pb}} \end{pmatrix}^t \quad \dots (A-2-6) \\
 &= \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \frac{2}{D_{lt}^2} (L_p + L_{ptr} - L_{pr} - L_{pt})
 \end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned}
 A_l &= \begin{pmatrix} \frac{\partial E_l}{\partial L_{pl}} & \frac{\partial E_l}{\partial L_{pa}} & \frac{\partial E_l}{\partial L_{pb}} \end{pmatrix}^t \quad \dots (A-2-7) \\
 &= 2W_l^2 \cdot (L_p - L_T)
 \end{aligned}$$

- 15 式(A-2-6)及び式(A-2-7)の和が評価関数 $E$ を $L_p$ の各要素で偏微分することにより得られるベクトルとなる。このベクトルがゼロベクトルであるとして $L_p$ について解くと、 $E$ を最小にする $L_p$ を求めることができる。すなわち、

$$\begin{aligned}
 f(L_p) &= A_{lt} + A_l \quad \dots (A-2-8) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

20

を  $L_p$  について解くことを意味する。ただし、 $f$  は  $E$  を  $L_p$  の各要素で偏微分して得られるベクトルを関数の形で表したものであり、 $0$  はゼロベクトルを表す。

5

以上のようにして、色変換 L U T スムージング部 20 f が、評価関数  $E$  を最小にする  $L_p$  を求めて、当該スムージング処理を終了する。

#### L U T 全体のスムージング処理 (S 2 5)

- 10 図 5 に示すように、次に、色変換テーブル生成装置 20 A の色変換 L U T スムージング部 20 e は、以下で詳細に説明する色変換 L U T の全体にわたるスムージング処理を行う (S 2 5)。

- 15 L U T 全体のスムージング処理を行うのに、グリッド  $p$  以外のグリッドにおいて保持している  $L a b$  ベクトルを変化させずに  $L_p$  のみを補正すれば良い場合、上記の方法により最適な  $L_p$  を求めることができる。しかし、実際には色変換 L U T 全体のスムージング処理を行うのに、グリッド  $p$  以外のグリッドにおいて保持している  $L a b$  ベクトルも補正しなければならない。そこで、各グリッドの  $L a b$  ベクトルを
- 20 順次補正することを繰り返すことにより、色変換 L U T 全体のスムージングを行う。

- グリッド  $p$  のある状態  $n$  での  $L a b$  ベクトルを、次の状態へ補正すること (式(A-2-8) を  $L_p$  について解くこと) を  $g$  で表すならば、そ
- 25 の補正は一般に式(A-2-9)のように表される。

$$L_p^{n+1} = g(\dots, L_{p-1}^n, L_p^n, L_{p+1}^n \dots) \quad \dots (A-2-9)$$

全てのグリッドにおいて、状態  $n$  から状態  $n+1$  に補正された場合、各々のグリッドにおいてコスト  $E$  が、必ずしも小さくなるとは限らない。

- 5 なぜならば、式(A-2-9)のように、状態  $n$  におけるコスト  $E$  に基づき、各々のグリッドに関して状態  $n+1$  の  $L a b$  ベクトルを求めているため、式(A-2-9)を求めるにあたって、状態  $n+1$  のコスト  $E$  は考慮されていないからである。すなわち、コストを小さくすることが目的であるため、大半のグリッドは状態  $n$  のコストより、状態  $n+1$  のコストの方が
- 10 小さくなると予想されるが絶対ではない。

そこで、①全て式(A-2-9)により補正 (S 4 0)、②コストが大きくなる補正をせず (S 5 4)、または③アニーリング法 (S 5 6) によりある程度小さいコストの増加を許容して補正する。

15

次に、図 5 に示すフローチャートを参照して、図 5 の S 2 5 に示す色変換  $L U T$  全体のスムーシング処理についてさらに詳細に説明する。

- 図 5 に示すように、S 2 5 における色変換  $L U T$  全体のスムーシング
- 20 グ処理が開始されると、式(A-2-9)の  $n$  に 0 (ゼロ) がセットされ (S 3 0)、 $L a b$  ベクトル：

$$L_p^n$$

( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) が入力される (S 3 2)。ここで、 $P$  はグリッド数を表す。

次に、 $n < N$  であるか否かが判断され (S 3 4)、 $n < N$  の場合 (S 3 4, Y) には状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコスト：

$$E_p^n$$

( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) の計算を行い (S 3 6)、グリッド  $p$  ( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) のある状態  $n$  での  $L a b$  ベクトルを式(A-2-10)を用いて求めて、変数  $Count$  を  $P$  にセットする (S 3 8)。

ここで、 $N$  はスムーシング回数を表し、状態  $n$  の最大値が  $N-1$  であることを示す。

15

そして、「すべてのグリッドを補正しない」という条件の場合 (S 4 0, N)、 $p$  を 0 (ゼロ) にセットし (S 4 2)、 $p < P$  であるか否かが判断される (S 4 4)。

20 そして、「すべてのグリッドを補正する」という条件の場合 (S 4 0, Y) または  $p < P$  でない場合 (S 4 4, N) であって、 $Count$  が 0 (ゼロ) でない場合 (S 4 6, N)、 $n+1$  を  $n$  にセットしてアニーリング法用の確率変数パラメータを小さくして (S 4 8)、S 3 4に戻る。

25 一方、 $p < P$  の場合 (S 4 4, Y)、状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  に

ついでのコスト：

$$E_p^{n+1}$$

5 が計算され (S 5 0)、

$$E_p^{n+1} < E_p^n$$

であるか否かが判断される (S 5 2)。そして、状態  $n+1$  におけるグリ  
10 ッド  $p$  についてのコストが状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコス  
ト以上の場合 (S 5 2、N) には、「コストが小さくなければ補正しな  
い」という条件か否かが判断され (S 5 4)、S 5 4 において「コスト  
が小さくなければ補正しない」という条件に合致しない場合 (S 5 4、  
N)、「アニーリング法を用いた補正を許可する」という条件か否かが  
15 判断される (S 5 6)。

そして、「コストが小さくなければ補正しない」という条件にあては  
まる場合 (S 5 4、Y) または「アニーリング法を用いた補正を許可  
しない」という条件の場合 (S 5 6、N)、状態  $n$  におけるグリッド  $p$   
20 についての  $L a b$  ベクトル：

$$L_p^n$$

を、状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  についての  $L a b$  ベクトル：

$$L_p^{n+1}$$

- 5 にセットするとともに、変数 (Count-1) を Count にセットする (S 6 0)。

そして、S 6 0 の後、または状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  について  
のコストが状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコストよりも小さい  
10 場合 (S 5 2、Y)、または「アニーリング法を用いた補正を許可する」  
という条件の場合 (S 5 6、Y)、 $(p+1)$  を  $p$  にセットして (S 5 8)、  
S 4 4 に戻る。

- 一方、S 3 4 において  $n < N$  でない場合 (S 3 4、N) または S 4 6  
15 において Count が 0 の場合 (S 4 6、Y) には、 $L a b$  ベクトル：

$$L_p^{n+1}$$

( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) を出力して (S 6 2)、処理を終了する。

20

そして、LUT 全体のスムーシング処理 (S 2 5) の後、図 5 の S  
2 6 に戻り、色変換テーブルが生成され (S 2 6)、当該生成された色  
変換テーブルが色変換 LUT 格納部 2 0 b に格納される (S 2 8)。

以上のようにして、画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルを生成することができる。

#### 画像処理装置

- 5      図 8 において、画像処理装置 20 B は、RGB 画像データに対して所望の画像処理を施し、当該画像処理された画像データを画像出力装置 30 に出力する。

- ここで、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、  
10    その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。

- 当該実施形態では、画像出力装置が C（シアン）M（マゼンタ）Y（イエロー）K（ブラック）c（ライトシアン）m（ライトマゼンタ）  
15    の 6 色のインクを使用するカラープリンタが RGB データに基づき色再現を行う場合について説明する。

- 画像処理装置 20 B は、RGB 画像データを Lab 画像データに変換する第 1 色変換部 20 h と、色変換テーブル生成装置 20 A によって生成された色変換テーブルを少なくとも格納している色変換 LUT 格納部 20 b と、色変換 LUT 選択部 20 c によって選択された色変換テーブル（LUT）を色変換 LUT 格納部 20 b から読み出し、当該読み出された色変換 LUT を参照して Lab 画像データを L'a'b' 画像データに変換する第 2 色変換部 20 a と、L'a'b' 画像データを  
20    CMYK cm 画像データに変換する第 3 色変換部 20 g とを備えている。  
25

次に、図 4 を参照して、画像処理装置 20 B の動作について説明する。

- 5      図 4 に示すように、ユーザによって画像出力開始（ステップ 70）が指示されるとともに、色変換 LUT 選択部 20 c を介して所定の色変換 LUT が選択されると（ステップ 72、Yes）、当該所定の色変換 LUT が色変換 LUT 格納部 20 b から読み出され、RAM 内に読み込まれる（ステップ 74）。そして、当該色変換 LUT を第 2 色変換
- 10   部 20 a に組み込み（ステップ 76）、3 次元色変換 LUT を参照して補間演算によって画像処理を行い、画像出力処理を行う（ステップ 78）。

- 当該実施形態による画像処理装置 20 B によれば、ステップ 72 に
- 15   おいて色変換テーブル生成装置 20 A によって生成された画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルが選択されると、当該色変換テーブルを用いて色変換がなされるので、色変換後に階調ががたつくのを防ぐことができる。

20

### （A-3） 第 3 実施例

色変換テーブルによる CMY 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いる場合

25

第 3 実施例にかかる色変換テーブル生成装置の機能ブロック図は、



図 1 に示す第 1 および第 2 実施例の機能ブロック図と同一である。また、図 19 に、第 3 実施例に係る画像処理装置の機能ブロック図を示す。

## 5      ハードウェア構成

第 3 実施例に係る色変換テーブル生成装置および画像処理装置の具体的ハードウェア構成例は、図 2 に示す第 1 および第 2 実施例の概略ブロック図と同一であり、その説明を省略する。

## 10     画像処理制御プログラム

本発明による画像処理制御プログラムは、通常、コンピュータ 12 が読取可能な形態でフロッピーディスク、CD-ROMなどの記録媒体に記録されて流通する。当該プログラムは、メディア読取装置（CD-ROMドライブ 13c、フロッピーディスクドライブ 13a など）  
15     によって読み取られてハードディスク 13b にインストールされる。そして、CPU が所望のプログラムを適宜ハードディスク 13b から読み出して所望の処理を実行するように構成されている。なお、本発明による画像処理制御プログラム自体も本願発明の一部を構成する。

20     図 1 に示す色変換テーブル生成装置 20A は、RGB（sRGB）画像データの補数として表された CMY データを画像出力装置の色空間に適合する C' M' Y' 画像データに変換する色変換テーブルを生成する。当該色変換テーブルは、CMY 画像データを C' M' Y' 画像データに変換する際、画像データの色変換の連続性を高めることが  
25     可能な色変換テーブルを生成する。当該実施形態では、色変換の一例として、CMY 空間における色変換の場合について説明する。

図1において、色変換テーブル生成装置20Aは、コスト計算部20dと、色変換テーブル(LUT)スムーシング部20eと、色変換テーブル(LUT)生成部20fと、色変換テーブル(LUT)格納部20bとを備える。これら各構成部分の処理の詳細に関しては後述する。

以下、図5乃至図12を参照して、図1に示す色変換テーブル生成装置20Aによって行われる色変換テーブル生成処理プログラムを説明する。

図5に、色変換テーブル生成装置20Aによる色変換テーブル生成処理を説明するためのフローチャートを示す。

#### 15 各コストの計算処理(S22)

図5に示すように、まず色変換テーブル生成装置20Aのコスト計算部20dが、色変換テーブルによる色変換後の各格子点(グリッド)のデータにおける平滑化の程度を評価するための関数(以下、「評価関数」と称する)Eの各コストの計算処理を行う(S22)。以下、評価関数Eに関して詳細に説明する。

(A-3-1) 評価関数EはLUT内のあるグリッドに対して、各条件を満たすことで、より小さな値をとり得るように設計する。CMYベクトルに対して平滑化処理(以下「スムーシング処理」と称する)を適用する場合、評価関数Eは、下式のように、各条件により設計されるコスト項の和として表される。

$$E = E_{vt} + E_v + E_d + E_n \quad (A-3-1)$$

ここで

$E_{vt}$  は、CMYによるねじれ量のコストであり、

5  $E_v$  は、目的のCMYから離れることによるコストであり、

$E_d$  は、CMY値が255を超えることにより発生するコストであり、

$E_n$  は、CMY値が負になることにより発生するコストである。

$E_{vt}$  は、隣接するグリッド間のねじれに関するコストであり、 $E_{vt}$  を  
10 小さくすることによって、CMYからC' M' Y'に変換する際の隣  
接グリッド間のねじれを小さくして画像データの色変換による連続性  
を高めることができる。また、 $E_v$  は、スムージング前後におけるCM  
Yベクトルの差から生じるコストであり、同一グリッドの時間的変化  
によるCMYベクトルの差に関するコストである。 $E_d$  および  $E_n$  はCM  
15 Y値が0~255に規格化されている場合、その範囲に収まらない場合に  
発生するコストである。

以下で、各項について詳細に説明する。なお、式(A-3-1)はCM  
Yベクトルに対してスムージングを行う例であり、その他のベクトル  
20 (例えば、XYZ、Lab、その他の空間のベクトル)に対しても同  
様に適応できる。

#### (A-3-2) 評価関数Eの各項の一般形

あるベクトルXに対する評価関数のコスト項 $E_e$ は、一般的に下式の  
25 ように表す。

$$E_c = \begin{cases} \mathbf{W}_1^t \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \\ |\mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T)|^2 \end{cases} \quad \dots (A-3-2)$$

ここで、

$E_c$  は、コスト（スカラ値）であり、

5  $\mathbf{X}$  は、要素数  $X$  である列ベクトルであり、

$\mathbf{M}$  は、 $Y \times X$  の行列で、ベクトル  $\mathbf{X}$  をコストの対象となる要素数  $Y$  のベクトル

$\mathbf{Y} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{X}$  へと変換する変換行列であり、

$\mathbf{Y}_T$  は、要素数  $Y$  である列ベクトルであり、

10  $\mathbf{W}_1$  は、要素数  $Y$  の列ベクトルで、ベクトル  $\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_T$  の各要素へのコストに対する重みを表すベクトルであり、

$\mathbf{W}_2$  は、 $Y \times Y$  の対角行列で、ベクトル  $\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_T$  の各要素へのコストに対する重みを表す行列であり、

$t$  は転置を表している。

15

以下の説明において、式 (A-3-2) の第 1 式を 1 次式形式、第 2 式を 2 次式形式と称する。

(A-3-3)  $\text{CMY}$  ベクトルのねじれ量のコスト  $E_{vt}$  ( $\text{CMY}$  ベクトル空間)

20

あるグリッド  $p$  と隣接するグリッドを  $pr$  (以下、「参照グリッド」と称する) とする。また、グリッド  $p$  と隣接する、グリッド  $pr$  とは別のグリッドを  $pt$  (以下「遷移グリッド」と称する) とし、さらに、グリッド  $p$ 、 $pr$  の位置関係と同じ位置関係を  $pt$  となすグリッドを  $ptr$

とする。ここで、それぞれのグリッド  $p$ 、 $pr$ 、 $pt$ 、 $ptr$  が保持する CMY ベクトルをそれぞれ、 $V_p$ 、 $V_{pr}$ 、 $V_{pt}$ 、 $V_{ptr}$  とする。

これらのグリッドの位置関係と、それぞれのグリッドが保持する CMY ベクトルを図 12 に示す。図 12 において、 $V_{pr}$  と  $V_p$  の差ベクトルが、 $V_{ptr}$  と  $V_{pt}$  の差ベクトルに遷移したと考えると、「遷移前後の差ベクトルの変位量」は、両差ベクトルの差ベクトルとして表せる。また、遷移距離を、 $V_{pt}$  と  $V_p$  の差ベクトルの大きさと考えると、「遷移前後の差ベクトルの変位量」を遷移距離で除算することにより、「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」を求めることができる。

この「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」の大きさの 2 乗を、グリッド  $p$  に隣接する全てのグリッド  $pr$  及び、 $pt$  に関して加算することにより、グリッド  $p$  における CMY ベクトルのねじれ量と定義する。ただし、 $pr$  及び  $pt$  は、 $p$  に隣接してさえいれば、同一グリッドであってもかまわない。

この CMY ベクトルのねじれ量をコストとし、式(A-3-3)に示す。

$$E_{vt} = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left| \frac{V_p + V_{pr} - V_{pr} - V_{pt}}{D_{vt}} \right|^2 \quad \dots (A-3-3)$$

式 (A-3-3)において、

$t$  は、ある  $pt$  であり、

T は、pt の数であり、  
 r は、ある pr であり、  
 R は、pr の数であり、  
 D<sub>vt</sub> は、t における遷移距離である。

5

コスト E<sub>vt</sub> が小さいほど、CMY におけるねじれ量を小さくできる。

ここで、式 (A-3-3) を式 (A-3-2) の 2 次式形式に照らし合わせると、CMY ベクトルを他の空間のベクトルに変換する必要がないため、M は単位ベクトルとなり省略できる。また、各要素に重みをかけていないので、W<sub>2</sub> も単位ベクトルとなり省略できる。X は V<sub>p</sub> であり、Y<sub>T</sub> は V<sub>ptr</sub> - V<sub>pr</sub> - V<sub>pt</sub> である。1/D<sub>vt</sub><sup>2</sup> は、ある t では定数であるため、式 (A-3-2) の 2 次式形式と式 (A-3-3) とは同じ形をしている。

15 (A-3-4) 目的の CMY から離れることでのコスト E<sub>v</sub>

グリッド p における CMY ベクトル V<sub>p</sub> は、CMY ベクトル V<sub>T</sub> を理想的な (目的の) ベクトルであるとする、V<sub>p</sub> と V<sub>T</sub> の差ベクトルの大きさが大きくなるほどコストが大きいと考えられる。このコストを E<sub>v</sub> とし式 (A-3-4) に示す。ただし、W<sub>v</sub> は 3×3 の対角行列で、CMY ベ

20 クトルの各要素に対する重み行列である。

$$E_v = |W_v \cdot (V_p - V_T)|^2 \quad \dots (A-3-4)$$

25 式 (A-3-4) においても、式 (A-3-2) の 2 次式形式と同じ形である

ことが確認できる。

理想的なCMYベクトル  $V_T$  が予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近いCMYベクトルか、別のターゲットとしてのCMYベクトルを考えることになる。ここで理想状態により近いCMYベクトルとして、スムーシング前のCMYベクトルを用いる。スムーシングが進むにつれ、当該グリッドのCMYベクトルは、理想値に近付くことが期待されるためであり、またスムーシングの時間的制約も考慮している。

10

(A-3-5) 255 を超えるCMY値の場合のコスト

CMY値が0~255に規格化されている場合、グリッドpにおけるCMYベクトル  $V_p$  の要素が255を超え、その超過量が大きい程、コストが大きいと考えられる。このコストを  $E_d$  とし、式(A-3-5)に示す。

15 ここで、 $V_L$  は、制限値である255を要素とする要素数3の列ベクトルであり、 $W_{d1}$  は要素数3の重み列ベクトル、 $W_{d2}$  は  $3 \times 3$  の重み対角行列である。 $W_{d1}$ 、 $W_{d2}$  の各重み要素は、 $V_p - V_L$  が0以下の場合0であり、正の場合正の値をとる。

20

$$E_d = \begin{cases} W_{d1}^t \cdot (V_p - V_L) \\ |W_{d2} \cdot (V_p - V_L)|^2 \end{cases} \quad \dots (A-3-5)$$

式(A-3-5)は、1次式形式と2次式形式とがあり、適宜選択して使用できる。式(A-3-5)を式(A-3-2)と比較すると、1次式形式、

2 次式形式ともに同じ形をしていることが確認できる。

(A-3-6) 0 より小さい C M Y 値の場合のコスト

- 5  $E_d$  の場合と同様に、0～255 に規格化された C M Y 値の場合、C M Y  
ベクトル  $V_p$  の要素が負の値をとり、その負の値の超過量が大きい程コ  
ストが大きいと考えらる。このコストを  $E_n$  とし式 (A-3-6) に示す。  
ここで、 $W_{n1}$  は要素数 3 の重み列ベクトルであり、 $W_{n2}$  は  $3 \times 3$  の重み  
対角行列である。 $W_{n1}$ 、 $W_{n2}$  の各重み要素は、 $V_p$  が負のとき負の値であり、  
0 以上の場合 0 である。

10

$$E_n = \begin{cases} W_{n1}^t \cdot V_p \\ |W_{n2} \cdot V_p|^2 \end{cases} \quad \dots (A-3-6)$$

- 式 (A-3-6) も、1 次式形式と 2 次式形式とがあり、適宜選択して  
15 使用できる。式 (A-3-6) を式 (A-3-2) と比較すると、1 次式形式、  
2 次式形式ともに同じ形をしていることが確認できる。

- 以上 (A-3-1) および (A-3-3)、(A-3-4)、(A-3-5)、(A-3-6) において各コストを計算した後、以下のスムーシング処理が行わ  
20 れる。

スムーシング処理 (S 2 4)

図 1 1 に示すように、次に、色変換テーブル生成装置 2 0 A の色変換 L U T スムーシング部 2 0 e が、以下で詳細に説明するスムーシ



グ処理（評価関数  $E$  を最小にする  $V_p$  の計算処理）を行う（S 2 4）。

(A-3-1) グリッド  $p$  における LUT スムージングの概要

グリッド  $p$  において LUT をスムージング（平滑化）することは、

- 5 式 (A-3-1) の評価関数  $E$  を最小にするによって行われる。式 (A-3-1) の評価関数  $E$  を最小にする任意の方法を用いることができるが、当該実施形態では以下の方法を用いる。

- 10 式 (A-3-1) における各項は式 (A-3-3)～式 (A-3-6) の和の形で示される。つまり、評価関数  $E$  の全ての項は  $V_p$  の各要素を含み、それらの要素に対して最大 2 次で表される。さらに、2 次の場合、1 次の 2 乗であり、必ず下に凸の関数であることが分かる。すなわち、 $E$  を  $V_p$  の各要素について偏微分した関数をゼロベクトルと等しくする  $V_p$  により、評価関数  $E$  は最小値を取り得る。

15

上記のように、式 (A-3-3)～式 (A-3-6) はいずれも式 (A-3-2) と同じ形となる。ここで、式 (A-3-2) を用いて評価関数  $E$  の各項を  $V_p$  (式 (A-3-2) の場合は  $X$ ) の各項で偏微分する場合の一般形式を示す。式 (A-3-2) を  $X$  の各項で偏微分した場合を式 (A-3-7) に

20 示す。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{A} &= \left( \frac{\partial E_c}{\partial X_1} \quad \cdots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_x} \quad \cdots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_X} \right)^t \\
 &= \begin{cases} (\mathbf{W}_1^t \cdot \mathbf{M})^t & \cdots (A-3-7) \\ 2(\mathbf{W}_2 \cdot \mathbf{M})^t \cdot \mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \end{cases}
 \end{aligned}$$

ここで、 $\mathbf{A}$ は要素数 $X$ の列ベクトルで、各要素は $E_c$ を $X$ の各要素 $X_x$ で偏微分したものである。ただし、 $x$ はベクトル $X$ の要素番号で $x=1, 2, \dots, X$ である。

(A-3-2) 評価関数 $E$ の $V_p$ の要素による偏微分

式(A-3-7)と同様に、式(A-3-3)～式(A-3-6)を $V_p$ の各要素で偏微分すると以下ようになる。ここで、 $A_{vt}$ 、 $A_v$ 、 $A_d$ 、 $A_n$ は、それぞれ $E_{vt}$ 、 $E_v$ 、 $E_d$ 、 $E_n$ を $V_p$ の各要素 $C_p$ 、 $M_p$ 及び $Y_p$ で偏微分することにより求まる要素数3の列ベクトルを示す。

$$\begin{aligned}
 A_{vt} &= \left( \frac{\partial E_{vt}}{\partial C_p} \quad \frac{\partial E_{vt}}{\partial M_p} \quad \frac{\partial E_{vt}}{\partial Y_p} \right)^t \quad \cdots (A-3-8) \\
 &= \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \frac{2}{D_{vt}^2} (\mathbf{V}_p + \mathbf{V}_{p_r} - \mathbf{V}_{p_r} - \mathbf{V}_{p_t})
 \end{aligned}$$

15

$$\begin{aligned}
 A_v &= \left( \frac{\partial E_v}{\partial C_p} \quad \frac{\partial E_v}{\partial M_p} \quad \frac{\partial E_v}{\partial Y_p} \right)^t \quad \cdots (A-3-9) \\
 &= 2W_v^2 \cdot (\mathbf{V}_p - \mathbf{V}_T)
 \end{aligned}$$

$$A_d = \begin{pmatrix} \frac{\partial E_d}{\partial C_p} & \frac{\partial E_d}{\partial M_p} & \frac{\partial E_d}{\partial Y_p} \end{pmatrix}^t \quad \dots (A-3-10)$$

$$= \begin{cases} W_{dt} \\ 2W_{d2}^2 \cdot (V_p - V_L) \end{cases}$$

$$A_n = \begin{pmatrix} \frac{\partial E_n}{\partial C_p} & \frac{\partial E_n}{\partial M_p} & \frac{\partial E_n}{\partial Y_p} \end{pmatrix}^t \quad \dots (A-3-11)$$

$$= \begin{cases} W_{nt} \\ 2W_{n2}^2 \cdot W_p \end{cases}$$

5

式 (A-3-8)～式 (A-3-11)の和が評価関数 E を  $V_p$  の各要素で偏微分することにより得られるベクトルとなる。このベクトルがゼロベクトルであるとして  $V_p$  について解くと、E を最小にする  $V_p$  を求めることができる。すなわち、

10

$$f(V_p) = A_{vt} + A_v + A_d + A_n \quad \dots (A-3-12)$$

$$= 0$$

を  $V_p$  について解くことを意味する。ただし、f は E を  $V_p$  の各要素で偏微分して得られるベクトルを関数の形で表したものであり、0 はゼロベクトルを表す。

15

以上のようにして、色変換 LUT スムージング部 20 f が、評価関数 E を最小にする  $V_p$  を求めて、当該スムージング処理を終了する。

## LUT全体のスムーシング処理 (S 2 5)

図5に示すように、次に、色変換テーブル生成装置20Aの色変換LUTスムーシング部20eは、以下で詳細に説明する色変換LUT  
5の全体にわたるスムーシング処理を行う (S 2 5)。

LUT全体のスムーシング処理を行うのに、グリッドp以外のグリッドにおいて保持しているCMYベクトルを変化させずに $V_p$ のみを補正すれば良い場合、上記の方法により最適な $V_p$ を求めることができる。しかし、実際には色変換LUT全体のスムーシング処理を行うのに、グリッドp以外のグリッドにおいて保持しているCMYベクトルも補正しなければならない。そこで、各グリッドのCMYベクトルを順次補正することを繰り返すことにより、色変換LUT全体のスムーシングを行う。

15

グリッドpのある状態nでのCMYベクトルを、次の状態へ補正すること (式 (A-3-12) を $V_p$ について解くこと) をgで表すならば、その補正は一般に式 (A-3-13) のように表される。

$$20 \quad V_p^{n+1} = g(\dots, V_{p-1}^n, V_p^n, V_{p+1}^n \dots) \quad \dots (A-3-13)$$

全てのグリッドにおいて、状態nから状態n+1に補正された場合、各々のグリッドにおいてコストEが、必ずしも小さくなるとは限らない。なぜならば、式 (A-3-13) のように、状態nにおけるコストEに基づ  
25き、各々のグリッドに関して状態n+1のCMYベクトルを求めている

ため、式 (A-3-13) を求めるにあたって、状態  $n+1$  のコスト  $E$  は考慮されていないからである。すなわち、コストを小さくすることが目的であるため、大半のグリッドは状態  $n$  のコストより、状態  $n+1$  のコストの方が小さくなると予想されるが絶対ではない。

5

そこで、①全て式 (A-3-13) により補正 (S 4 0)、②コストが大きくなる補正をせず (S 5 4)、または③アニーリング法 (S 5 6) によりある程度小さいコストの増加を許容して補正する。

- 10 次に、図 1 1 に示すフローチャートを参照して、図 5 の S 2 5 に示す色変換 L U T 全体のスムーシング処理についてさらに詳細に説明する。

- 図 1 1 に示すように、S 2 5 における色変換 L U T 全体のスムーシング処理が開始されると、式 (A-3-13) の  $n$  に 0 (ゼロ) がセットされ (S 3 0)、C M Y ベクトル :

$$V_p^n$$

- 20 ( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) が入力される (S 3 2)。ここで、 $P$  はグリッド数を表す。

次に、 $n < N$  であるか否かが判断され (S 3 4)、 $n < N$  の場合 (S 3 4, Y) には状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコスト :

$$E_p^n$$

( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) の計算を行い (S 3 6)、グリッド  $p$  ( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) のある状態  $n$  での CMY ベクトルを式 (A-3-13) を用いて求めて、変数 Count を  $P$  にセットする (S 3 8)。

ここで、 $N$  はスムーシング回数を表し、状態  $n$  の最大値が  $N-1$  であることを示す。

10

そして、「すべてのグリッドを補正しない」という条件の場合 (S 4 0,  $N$ )、 $p$  を 0 (ゼロ) にセットし (S 4 2)、 $p < P$  であるか否かが判断される (S 4 4)。

15     そして、「すべてのグリッドを補正する」という条件の場合 (S 4 0,  $Y$ ) または  $p < P$  でない場合 (S 4 4,  $N$ ) であって、Count が 0 (ゼロ) でない場合 (S 4 6,  $N$ )、 $n+1$  を  $n$  にセットしてアニーリング法用の確率変数パラメータを小さくして (S 4 8)、S 3 4 に戻る。

20     一方、 $p < P$  の場合 (S 4 4,  $Y$ )、状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  についてのコスト：

$$E_p^{n+1}$$

が計算され (S 5 0)、

$$E_p^{n+1} < E_p^n$$

- 5 であるか否かが判断される (S 5 2)。そして、状態 n+1 におけるグリッド p についてのコストが状態 n におけるグリッド p についてのコスト以上の場合 (S 5 2、N) には、「コストが小さくなければ補正しない」という条件か否かが判断され (S 5 4)、S 5 4 において「コストが小さくなければ補正しない」という条件に合致しない場合 (S 5 4、
- 10 N)、「アニーリング法を用いた補正を許可する」という条件か否かが判断される (S 5 6)。

- そして、「コストが小さくなければ補正しない」という条件にあてはまる場合 (S 5 4、Y) または「アニーリング法を用いた補正を許可
- 15 しない」という条件の場合 (S 5 6、N)、状態 n におけるグリッド p についての CMY ベクトル :

$$V_p^n$$

- 20 を、状態 n+1 におけるグリッド p についての CMY ベクトル :

$$V_p^{n+1}$$

にセットするとともに、変数 (Count-1) を Count にセットする (S 6 0)。

- 5      そして、S 6 0 の後、または状態  $n+1$  におけるグリッド  $p$  についてのコストが状態  $n$  におけるグリッド  $p$  についてのコストよりも小さい場合 (S 5 2、Y)、または「アニーリング法を用いた補正を許可する」という条件の場合 (S 5 6、Y)、 $(p+1)$  を  $p$  にセットして (S 5 8)、S 4 4 に戻る。

10

一方、S 3 4 において  $n < N$  でない場合 (S 3 4、N) または S 4 6 において Count が 0 の場合 (S 4 6、Y) には、CMYベクトル：

$$\mathbf{V}_p^{n+1}$$

15

( $p=0, 1, \dots, P-1$ ) を出力して (S 6 2)、処理を終了する。

- そして、LUT全体のスムーシング処理 (S 2 5) の後、図 5 の S 2 6 に戻り、色変換テーブルが生成され (S 2 6)、当該生成された色  
20 変換テーブルが色変換LUT格納部 2 0 b に格納される (S 2 8)。

以上のようにして、画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルを生成することができる。

25      画像処理装置



図19において、画像処理装置20Bは、RGB画像データに対して所望の画像処理を施し、当該画像処理された画像データを画像出力装置30に出力する。

- 5      ここで、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。

- 10      当該実施形態では、画像出力装置がC（シアン）M（マゼンタ）Y（イエロー）K（ブラック）c（ライトシアン）m（ライトマゼンタ）の6色のインクを使用するカラープリンタがRGBデータに基づき色再現を行う場合について説明する。

- 15      画像処理装置20Bは、RGB画像データをCMY画像データに変換する第1色変換部20hと、色変換テーブル生成装置20Aによって生成された色変換テーブルを少なくとも格納している色変換LUT格納部20bと、色変換LUT選択部20cによって選択された色変換テーブル（LUT）を色変換LUT格納部20bから読み出し、当該読み出された色変換LUTを参照してCMY画像データをC' M' Y' 画像データに変換する第2色変換部20aと、C' M' Y' 画像データをCMYKcm画像データに変換する第3色変換部20gとを備えている。
- 20

- 25      次に、図4を参照して、画像処理装置20Bの動作について説明する。

図4に示すように、ユーザによって画像出力開始（ステップ70）が指示されるとともに、色変換LUT選択部20cを介して所定の色変換LUTが選択されると（ステップ72、Yes）、当該所定の色変換LUTが色変換LUT格納部20bから読み出され、RAM内に読み込まれる（ステップ74）。そして、当該色変換LUTを第2色変換部20aに組み込み（ステップ76）、3次元色変換LUTを参照して補間演算によって画像処理を行い、画像出力処理を行う（ステップ78）。

10 当該実施形態による画像処理装置20Bによれば、ステップ72において色変換テーブル生成装置20Aによって生成された画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換テーブルが選択されると、当該色変換テーブルを用いて色変換がなされるので、色変換後に階調ががたつくのを防ぐことができる。

15

#### (B) 第2実施形態（彩度保存処理）

格子のがたつきを解消するために単純にテーブルに対する平滑化処理などを施すと、テーブル全体で彩度が低下してしまう可能性がある。以下では、彩度を保ちつつ色ねじれや、トーンジャンプを極力抑えることのできる色変換テーブルを生成するための彩度保存処理について説明する。

20

彩度保存処理は、「(A-1-6)目的の仮想CMYから離れることでのコスト $E_v$ 」において行なう。(A-1-6)において説明したように、グリッドpにおける仮想CMYベクトル $V_p$ は、仮想CMYベクトル $V_r$ を理想的なベクトルであるとし、変換行列 $K$ を用いて、 $E_v$ は式(A-1-6)のよう

25

に表される。

ただし、 $W_r$ は $3 \times 3$ の対角行列で、仮想CMYベクトルの各要素に対する重み行列である。やはり、式(A-1-6)も式(A-1-2)の第2式と同

5   じ形である。

この $V_T$ も $I_T$ と同様に、理想的な仮想CMYベクトルが予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近い仮想CMYベクトルか、別のターゲットとしての仮想CMYベクトルを考えることになる。こ  
10   こで、理想状態に近い仮想CMYベクトルとしてスムーシング前の仮想CMYベクトルとする。これは、スムーシングが進むにつれてより滑らかに理想的な仮想CMYに近付いていることが期待できるためであり、また、スムーシングの時間的制御も考慮できる。

15   しかしながら、平滑化によってグリッドの色データが示す彩度が低下してしまう場合がある。彩度が低下すると、画像の鮮やかさが低下するので、忠実な色再現を行うことができない。従って、平滑化前後における色データの彩度は、ほぼ一定に保たれているのが望ましい。

20   次に、図13を参照して、彩度保存処理について説明する。

図13(A)は、仮想CMY空間を示す。仮想CMY空間は、C軸、M軸およびY軸で表される。ここで、明度軸100は、仮想CMY空間において $C=M=Y$ を満たす直線であって、明度軸100上の色座標  
25   で定まる色データはグレイを示す。また、明度軸100に沿って明度  
が変化する。なお、明度軸100に垂直な直線、すなわち彩度軸11

0 に沿って彩度が変化し、明度軸 1 0 0 に垂直な平面において明度軸 1 0 0 を中心とする色相方向 1 2 0 に色相が変化する。

図 1 3 ( B ) は、図 1 3 ( A ) に示す仮想 C M Y 空間における C M  
5 平面を示す。説明を簡単にするため C M 平面において彩度保存処理を説明する。図 1 3 ( B ) において、横軸は C 軸、縦軸は M 軸を示す。なお、図 1 3 ( A ) の明度軸 1 0 0 は、C M 平面に投影されている。

ここで、仮想 C M Y におけるグリッド p の色座標を  $(C_p, M_p, Y_p)$  とす  
10 る。また、グリッド p の平滑化において目的とする仮想 C M Y におけるの仮想 C M Y 空間上の点を点 T とし、点 T の色座標を  $(C_T, M_T, Y_T)$  とする。

また、グリッド p の座標点および点 T から、明度軸 1 0 0 までの最短  
距離は、それぞれ  $L_p$  および  $L_T$  とする。各点から明度軸 1 0 0 までの最短  
15 距離は、各グリッドの色データが示す彩度に対応すると仮定し、グリッド p の座標点および点 T における彩度は、それぞれ  $L_p$  および  $L_T$  に対応する。

図 1 3 ( B ) において、グリッド p の座標点と、点 T の位置関係は、 $L_T < L_p$  となっており、点 T における彩度は、グリッド p の座標点における彩度に比べて低下している。この場合、彩度の低下を避けるため、 $L_T' = L_p$  を満たすような点 T' (色座標  $(C_T', M_T', Y_T')$ ) を、点 T にかえて目的の仮想 C M Y における点とする。ここで、点 T' における彩度は、グリッド p の座標点における彩度と等しい。さらに、点 T' における明度および  
25 色相は、点 T における明度および色相と等しい。

このように、平滑化により色データが示す彩度が低下する場合には、目的とする仮想CMYにおける色座標を、点Tの色座標から点T'の色座標に変えることにより、色データの明度および色相を変更することなく、彩度を一定に保つことができる。

5

そして、目的とする仮想CMYにおける色座標を、点Tの色座標から点T'の色座標に変更する場合、式(A-1-6)は以下のように変更される。

$$E_v = | \mathbf{W}_v \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{V}_{T'}) |^2 \quad \dots (B-7)$$

10

ここで、仮想CMYベクトル $\mathbf{V}_{T'}$ は、点T'において保持されるベクトルである。なお、点T'は、 $L_{T'} = L_p$ を満たすベクトルである。

15

また、グリッドpにおける仮想CMYベクトル $\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p (= \mathbf{V}_p)$ のベクトル成分、及びT'における目的の仮想CMYベクトル $\mathbf{V}_{T'}$ のベクトル成分はそれぞれ、

20

$$\mathbf{V}_p = \begin{pmatrix} C_p \\ M_p \\ Y_p \end{pmatrix} \quad \dots (B-8)$$

$$\mathbf{V}_{T'} = \begin{pmatrix} C_{T'} \\ M_{T'} \\ Y_{T'} \end{pmatrix} \quad \dots (B-9)$$

で示される。

式(B-8)および式(B-9)を式(B-7)へ代入することにより、次式が得られる。

5

$$E_v = \left| \mathbf{W}_v \cdot \left( \begin{pmatrix} C_p \\ M_p \\ Y_p \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C_{T'} \\ M_{T'} \\ Y_{T'} \end{pmatrix} \right) \right|^2 \quad \dots (B-10)$$

10      このように、目的とする仮想CMYにおける点Tが、 $L_T < L_p$ を満たす場合

は、 $L_{T'} = L_p$ を満たす点T'に対して、式(B-10)を利用することにより、平滑化前後における色データの彩度を一定に保つことができる。そして、(A-1-7)以降の処理を行なう。

15

次に、彩度保存処理の変更例について説明する。

#### 第1変更例

第1変更例では、色データが示す彩度の、当該色データが示す明度

および色相において定まる最大彩度に対する比率で規定される彩度比率を考慮する。すなわち、本例の平滑化においては、平滑化前の色データにおける彩度比率と、当該平滑化後の色データにおける彩度比率とがほぼ一定に保たれる。

5

図14を参照して、本例における $E_v$ の計算について説明する。図14は、CM平面と、CM平面に投影された明度軸100とを示す。ここで、グリッドpの仮想CMYにおける色座標を $(C_p, M_p, Y_p)$ 、点Tの色座標を $(C_T, M_T, Y_T)$ とする。

10

グリッドpにおける彩度は $L_p$ であって、点Tにおける彩度は $L_T$ である。また、グリッドpにおける明度および色相において定まる最大彩度は $L_{pmax}$ であって、点Tにおける明度および色相において定まる最大彩度は $L_{Tmax}$ である。

15

第1変更例では、点Tにおける彩度 $L_T$ が、 $(L_T / L_{Tmax}) < (L_p / L_{pmax})$ を満たす場合に、彩度が低下していると考ええる。この場合、彩度の低下を避けるため、 $(L_{T'} / L_{Tmax}) = (L_p / L_{pmax})$ を満たすような点T' (色座標 $(C_{T'}, M_{T'}, Y_{T'})$ ) を、点Tにかえて目的とする仮想CMYにおける点とする。ここで、点T'における明度および色相は、それぞれ点Tにおける明度および色相と等しい。

20

このように、平滑化により色データの彩度比率が低下する場合には、目的とする仮想CMYにおける座標を、点Tの色座標から点T'の色座標  
25 にかえることにより、色データの明度および色相を変更することなく、彩度比率を一定に保つことができる。

- この場合、コスト $E_v$ は、本実施形態において説明した式(B-10)を利用して計算される。なお、式(B-10)において、仮想CMYベクトル $V_T'$ は、 $(L_T'/L_{Tmax}) = (L_p/L_{pmax})$ を満たすベクトルである。このように、
- 5 目的とする仮想CMYにおける点Tが、 $(L_T/L_{Tmax}) < (L_p/L_{pmax})$ を満たす場合は、 $(L_T'/L_{Tmax}) = (L_p/L_{pmax})$ を満たす点T'に対して、式(B-10)を利用することにより、平滑化前後における色データの彩度比率を一定に保つことができる。

#### 10 第2変更例

- 次に、目的の仮想CMYから離れることでのコスト $E_v$ の計算方法の第2変更例について説明する。第2変更例は、彩度比率を一定に保つという点で第1変更例と同様であるが、本例においては、平滑化前のグリッドの色データが、最大彩度を示す場合にのみ、第1変更例と同様の
- 15 の処理を施す。

これにより、平滑化前のグリッドの色データが最大彩度を示す場合に、平滑化後の色データにおいても最大彩度を保つことができる。

#### 20 第3変更例

- 次に、目的の仮想CMYから離れることでのコスト $E_v$ の計算方法の第3変更例について説明する。第3変更例は、彩度比率を一定に保つという点で第1及び第2変更例と同様であるが、第3変更例においては、平滑化前のグリッドの色データが、当該色データを構成するCMYのうち少なくとも一色を有さない場合に、平滑化前後の色データにおける彩度比率がほぼ一定に保たれる。
- 25



図 1 5 を参照して、第 3 変更例における  $E_v$  の計算について説明する。

図 1 5 は、図 1 4 と同様に CM 平面と、CM 平面に投影された明度軸 1 0 0 とを示す。図 1 5 に示すグリッド p の色座標は  $(C_p, 0, Y_p)$  であり、

5 要素色 CMY のうち M を含まない。従って、目的とする仮想 CMY における点 T (色座標  $(C_T, M_T, Y_T)$  ( $M_T \neq 0$ )) が  $(L_T / L_{Tmax}) < (L_p / L_{pmax})$  を満たす場合、彩度が低下し、さらに、平滑化前の色データに含まれない要素色 M を含んでしまう。しかし、第 3 変更例によれば、 $(L_T' / L_{Tmax}) = (L_p / L_{pmax})$  を満たすような点 T'、すなわち色座標  $(C_T', 0, Y_T')$  の点

10 T' の座標を点 T の座標にかえて目的とする仮想 CMY の座標とする。従って、平滑化後の色データが、平滑化前の色データに含まれない要素色を含まないようにすることができるとともに、平滑化前後における色データの彩度を一定に保つことができる。

### 15 (C) 第 3 実施形態 (プログラムファイル生成装置)

図 1 6 に、本発明の一実施形態にかかるプロファイル生成装置 20 の機能ブロック図を示す。当該プロファイル生成装置 20 の具体的なハードウェア構成例は、図 2 に示す第 1 実施形態の概略ブロック図と同一であり、その説明を省略する。

20

なお、特許請求の範囲に記載の「プロファイル」は、当該実施の形態における「ICC プロファイル」に対応する。ここで、ICC プロファイルとは、ICC (International Color Consortium) の仕様に準拠する色変換テーブルである。ここで、「色変換テーブル」とは、分

25 版特性を表す特性であり、色補正テーブルのような特定の色補正を加えていない画像出力装置の色再現特性に依存するデバイス値 (RGB

値など) からインク量 (C M Y K c m など) への変換用テーブルである。また、以下の説明において、説明を簡単にするため、色変換テーブルを単に「色変換 L U T」と称する場合がある。

- 5      また、特許請求の範囲に記載の「平滑化テーブル生成手段」は、コスト計算部 2 0 g、色変換 L U T スムージング部 2 0 f および色変換 L U T 生成部 2 0 e に対応し、「カラーチャート生成手段」は、色変換部 2 0 a に対応する。

#### 10      プロファイル生成装置の構成

- 図 1 6 は、本発明の一実施形態にかかるプロファイル生成装置 2 0 の機能ブロック図である。プロファイル生成装置 2 0 の色変換部 2 0 a は、入力された R G B 画像データを C M Y K c m 画像データに変換し、当該変換された C M Y K c m 画像データに基づき、画像出力装置  
15      3 0 としてのプリンタにカラーチャート 5 0 を印刷させる。一方、プロファイル生成装置 2 0 の I C C プロファイル生成部 2 0 i は、印刷されたカラーチャートの測色データを利用して I C C プロファイルを生成する。

- 20      ここで、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。

- また、カラーチャートは、図 1 6 に示す画像入力信号の R G B 値の  
25      それぞれを独立に 0 階調から 2 5 5 階調まで所定の階調幅で変化させた場合の画像出力装置 3 0 の出力結果を所定領域毎に配置させたもの

である。ここで、画像入力信号の各RGB値と、対応する出力結果の配置場所は予め判っているものとする。

また、当該実施の形態においては、プロファイル生成装置20がRGBからLabへの色変換に利用されるICCプロファイルを生成する場合について説明するが、これ以外の色変換に利用されるICCプロファイルも同様に生成することができる。すなわち、画像出力装置の色再現特性に依存するデバイス値（RGB値、CMY値またはCMYK値など）から、色の見えを表す測色値（Lab値、Luv値、XYZ値またはCIEXM97Sなど）への色変換に利用されるICCプロファイルも同様に生成することができる。

図16に示すプロファイル生成装置20は、色変換後の各格子点（グリッド）のデータにおける平滑化の程度を評価するための関数（以下「評価関数」と称する）Eを計算するコスト計算部20gと、コスト計算部20gによって計算されたコストを利用して、平滑化処理（以下「スムーシング処理」と称する）を行う色変換LUTスムーシング部20fと、スムーシングされた各グリッドのデータを利用して、CMYデータをCMYKcmデータに変換する際、色データの連続性を高めることが可能な色変換LUTを生成する色変換LUT生成部20eと、色変換LUT生成部20eによって生成された色変換LUTを利用して、RGBデータをCMYKcmデータに変換する色変換部20aと、測色部20hによって測色された値を利用して、ICCプロファイルを生成するICCプロファイル生成部20iとを備える。

25

プロファイル生成処理制御プログラム

本発明によるプロファイル生成処理制御プログラムは、通常、コンピュータ 12 が読取可能な形態でフロッピーディスク、CD-ROM などの記録媒体に記録されて流通する。当該プログラムは、メディア読取装置（CD-ROMドライブ 13c、フロッピーディスクドライブ 13a など）によって読み取られてハードディスク 13b にインストールされる。そして、CPU が所望のプログラムを適宜ハードディスク 13b から読み出して所望の処理を実行するように構成されている。なお、本発明によるプロファイル生成処理制御プログラム自体も本願発明の一部を構成する。

10

以下、図 17 および図 18 を参照して、図 16 に示すプロファイル生成装置 20 によって行われるプロファイル生成処理制御プログラムを説明する。

15 図 17 は、色変換 LUT を生成するときのプロファイル生成装置 20 の動作を示すフローチャートである。

図 17 に示すように、まずコスト計算部 20g が、色変換後の各グリッドのデータにおける平滑化の程度を評価するための関数である評価関数 E の各コストの計算処理を行う（S22）。各コストの計算処理は、第 1 実施形態の第 1 実施例と同様であるため、その説明を省略する。

次に、色変換 LUT スムージング部 20f が、各グリッド毎のスムージング処理を行う（S24）。スムージング処理も、第 1 実施形態の第 1 実施例と同様であるため、その説明を省略する。

25

次に、色変換LUTスムーシング部20fは、色変換LUTの全体にわたるスムーシング処理を行う(S25)。色変換LUTの全体にわたるスムーシング処理も、第1実施形態の第1実施例と同様であるため、その説明を省略する。

そして、LUT全体のスムーシング処理(S25)の後、図17のS26に戻り、色変換LUT生成部20eは、色変換LUTを生成する(S26)。

10

以上のようにして、分版特性のがたつきを修正して画像データの色変換の連続性を高めることが可能な色変換LUTを生成することができる。

15 図18は、図17において説明した色変換LUT生成処理により生成された色変換LUTを利用して、ICCプロファイルを生成するときのプロファイル生成装置20の動作を示すフローチャートである。

まず、カラーチャート50を生成するためのRGB画像データが、色変換部20a及びICCプロファイル生成部20iに送られる(S80)。次に、色変換部20aは、色変換LUT生成部20eにより生成された色変換LUTを参照して補間演算によってRGB画像データをCMYKcm画像データに色変換し、色変換後のCMYKcm画像データからカラーチャート50を生成し、当該生成されたカラーチャート50を画像出力装置30としてのプリンタに印刷させる(S82)。

20  
25

このように、本実施の形態におけるプロファイル生成装置 20 は、  
評価関数 E を利用して生成された色変換 LUT、すなわち分版特性の  
がたつきを修正して画像データの色変換の連続性を高めることが可能  
な色変換 LUT を利用して、カラーチャート 50 を生成することがで  
5 きる。

次に、測色部 20 h は、印刷されたカラーチャート 50 中の各格子  
点毎の色を測色する (S84)。なお、測色部 20 h は、各色の値を L  
a b 空間における L a b データで測色する。

10

次に、プロファイル生成部 20 i は、S80 において取得した、当  
該カラーチャートの所定領域毎における画像入力データの RGB デー  
タと、当該所定領域毎について測色部 20 h が測色した測色値である  
L a b データとをそれぞれ対応付けて、ICC プロファイルを生成す  
15 る (S86)。

このように、本実施の形態におけるプロファイル生成装置 20 は、  
分版特性のがたつきを修正して画像データの色変換の連続性を高める  
ことが可能な色変換 LUT を利用して生成したカラーチャート 50 を  
20 用いて、RGB データを L a b データに変換するときに利用する ICC  
プロファイルを生成することができる。このようにして、プロファ  
イル生成装置 20 によって生成された ICC プロファイルを利用して  
色変換することにより、色変換後の画像の階調ががたつくのを防ぐこ  
とができる。

25

以上、本発明を一実施の形態について説明したが、本発明の技術的

な範囲は上記記載に限定されるものではなく、上記実施形態に変更または改良を加えてもよい。

## 請 求 の 範 囲

1. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色変換テーブルを生成する方法。  
5
2. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う画像処理装置。
- 10 3. 請求項 2 に記載の画像処理装置であって、  
前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。
- 15 4. 請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置であって、  
前記平滑化程度評価関数が、仮想 CMY におけるねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。
- 20 5. 請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、  
前記インク量空間と前記 3 次元化された仮想 CMY 空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行える画像処理装置。
- 25 6. 請求項 2 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、  
前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。



7. 請求項 2 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想 C M Y からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

5

8. 請求項 2 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量制限をこえる程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

10 9. 請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有している画像処理装置。

15 10. 請求項 2 乃至 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、  
前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有している画像処理装置。

20 11. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う画像処理方法。

25 12. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

13. 色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色変換テーブルを生成する方法。

5

14. 色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う画像処理装置。

10

15. 請求項 14 に記載の画像処理装置であって、  
前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる色変換前後の L a b 空間等の均等知覚色空間によるねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

15

16. 請求項 14 または 15 に記載の画像処理装置であって、  
前記平滑化程度評価関数が、目的の L a b 空間等の均等知覚色空間からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

20 17. 色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う画像処理方法。

25 18. 画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

色変換テーブルによる L a b 空間等の均等知覚色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いた画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

5

19. 色変換テーブルによる C M Y 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色変換テーブルを生成する方法。

10 20. 色変換テーブルによる C M Y 空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う画像処理装置。

15 21. 請求項 20 に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる色変換前後の C M Y 空間等の色空間によるねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

20 22. 請求項 20 または 21 に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、目的の C M Y 値からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

23. 請求項 20 乃至 22 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

25

前記平滑化程度評価関数が、C M Y 値が 255 を超えないようにす

る評価関数を有している画像処理装置。

24. 請求項20乃至23のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 5 前記平滑化程度評価関数が、CMY値が負にならないようにする評価関数を有している画像処理装置。

25. 色変換テーブルによるCMY空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いて画像処理を行う画像処理方法。
- 10

26. 画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

- 15 色変換テーブルによるCMY空間等の色空間における色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色変換テーブルを用いた画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

- 20 27. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて、前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つように色変換する色変換テーブルを生成する方法。

- 25 28. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成さ

れ、かつ前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する色変換テーブルを用いて画像処理を行う、画像処理装置。

5    29.    請求項28に記載の画像処理装置であって、

前記色変換テーブルは、前記平滑化後の格子点の色データが示す彩度が、当該平滑化前の色データが示す彩度に比べて低くなる色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する、画像処理装置。

10

30.    請求項29に記載の画像処理装置であって、

前記色変換テーブルは、前記平滑化後の格子点の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度に対する比率が、前記平滑化前の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度  
15    に対する比率に比べて小さくなる色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する、画像処理装置。

20    31.    請求項28または29に記載の画像処理装置であって、

前記色変換テーブルは、最大彩度を示す色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する、画像処理装置。

25    32.    請求項28または29に記載の画像処理装置であって、

前記色変換テーブルは、色データを構成する複数の要素色のうち少

なくとも一色を構成色として含まない色データに対して、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する、画像処理装置。

- 5    33.    請求項28乃至32のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記色変換テーブルは、前記平滑化後の格子点の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度に対する比率と、前記平滑化前の色データが示す彩度の、当該平滑化後の色データが示す色相および明度において定まる最大彩度  
10    に対する比率とをほぼ一定に保つよう色変換する、画像処理装置。

34.    請求項28乃至33のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

15    前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

35.    請求項28乃至34のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

20    前記平滑化程度評価関数が、仮想CMYにおけるねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

36.    請求項28乃至35のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

25    前記インク量空間と前記3次元化された仮想CMY空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持し

つつねじれ補正を行える画像処理装置。

37. 請求項28乃至36のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 5 前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

38. 請求項28乃至37のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 10 前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想CMYからの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

39. 請求項38に記載の画像処理装置であって、

- 15 前記色変換テーブルは、前記目的の仮想CMYにおいて、前記平滑化前後における色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する、画像処理装置。

40. 請求項28乃至39のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 20 前記平滑化程度評価関数が、インク量制限をこえる程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

41. 請求項28乃至40のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 25 前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有している画像処理装置。

4 2 . 請求項 2 8 乃至 4 1 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有している画像処理装置。

4 3 . 色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成され、かつ前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する色変換テーブルを用いて画像処理を行う、  
10 画像処理方法。

4 4 . 画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

15 色変換テーブルによる色変換後の各格子点の色データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成され、かつ前記平滑化前後における各格子点の色データが示す彩度をほぼ一定に保つよう色変換する色変換テーブルを用いた画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

20

4 5 . 画像出力装置が出力するカラーチャートを利用してプロファイルを生成するプロファイル生成装置であって、

色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて平滑化された色変  
25 換テーブルを生成する平滑化テーブル生成手段と、

当該平滑化テーブル生成手段によって生成される平滑化された色変



換テーブルを用いて、所望の画像入力データに基づき、カラーチャート  
を画像出力装置に出力させるカラーチャート生成手段と、

カラーチャートの測色値を求める測色手段と、

- 前記所望の画像入力データと、当該画像入力データに対応する測色  
5 値との対応関係からプロファイルを生成するプロファイル生成手段と、  
を備える、プロファイル生成装置。

- 4 6 . 請求項 4 5 に記載のプロファイル生成装置であって、  
前記所望の画像入力データが、画像出力装置の色再現特性に依存す  
10 るデバイス値を有するプロファイル生成装置。

- 4 7 . 請求項 4 6 に記載のプロファイル生成装置であって、  
前記画像出力装置の色再現特性に依存するデバイス値が R G B 値、  
C M Y 値または C M Y K 値であるプロファイル生成装置。

15

- 4 8 . 請求項 4 5 乃至 4 7 のいずれか一項に記載のプロファイル生  
成装置であって、  
前記測色値が、色の見えを表す測色値であるプロファイル生成装置。

- 20 4 9 . 請求項 4 8 に記載のプロファイル生成装置であって、  
前記色の見えを表す測色値が、L a b 値、L u v 値、X Y Z 値また  
は C I E C A M 9 7 S であるプロファイル生成装置。

- 5 0 . 請求項 4 5 乃至 4 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置で  
25 あって、

前記平滑化程度評価関数が、色変換テーブルによる変換前後のイン

ク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

5 1. 請求項 4 5 乃至 5 0 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

5 前記平滑化程度評価関数が、仮想 CMY におけるねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

5 2. 請求項 4 5 乃至 5 1 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

10 前記インク量空間と前記 3 次元化された仮想 CMY 空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行える画像処理装置。

5 3. 請求項 4 5 乃至 5 2 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

15 前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

5 4. 請求項 4 5 乃至 5 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

20 前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想 CMY からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

5 5. 請求項 4 5 乃至 5 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

25 前記平滑化程度評価関数が、インク量制限をこえる程度に基づく評

価関数を有している画像処理装置。

56. 請求項45乃至55のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 5 前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有している画像処理装置。

57. 請求項45乃至56のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

- 10 前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有している画像処理装置。

58. 画像出力装置が出力するカラーチャートを利用してプロファイルを生成するプロファイル生成方法であって、

- 15 色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて平滑化された色変換テーブルを生成する平滑化テーブル生成工程と、

当該平滑化テーブル生成工程によって生成される平滑化された色変換テーブルを用いて、所望の画像入力データに基づき、カラーチャー

- 20 トを画像出力装置に出力させるカラーチャート生成工程と、

カラーチャートの測色値を求める測色工程と、

前記所望の画像入力データと、当該画像入力データに対応する測色値との対応関係からプロファイルを生成するプロファイル生成工程と、  
を備える、プロファイル生成方法。

25

59. 画像出力装置が出力するカラーチャートを利用してプロファ

イルを生成するプロファイル生成処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて平滑化された色変

5 換テーブルを生成する平滑化テーブル生成処理と、

当該平滑化テーブル生成処理によって生成される平滑化された色変換テーブルを用いて、所望の画像入力データに基づき、カラーチャートを画像出力装置に出力させるカラーチャート生成処理と、

カラーチャートの測色値を求める測色処理と、

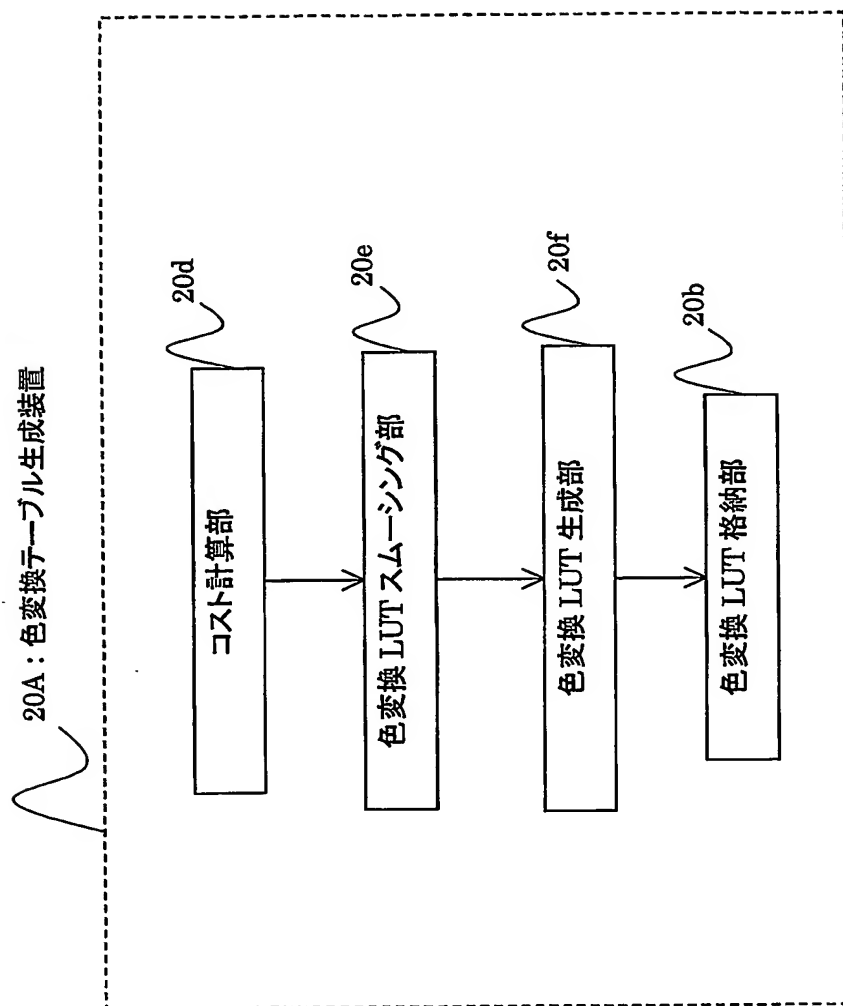
10 前記所望の画像入力データと、当該画像入力データに対応する測色値との対応関係からプロファイルを生成するプロファイル生成処理と、  
をコンピュータに実行させるためのプログラム。

60. 請求項56、18、26または44に記載のプログラムを記  
15 録したコンピュータによって読取可能な記録媒体。

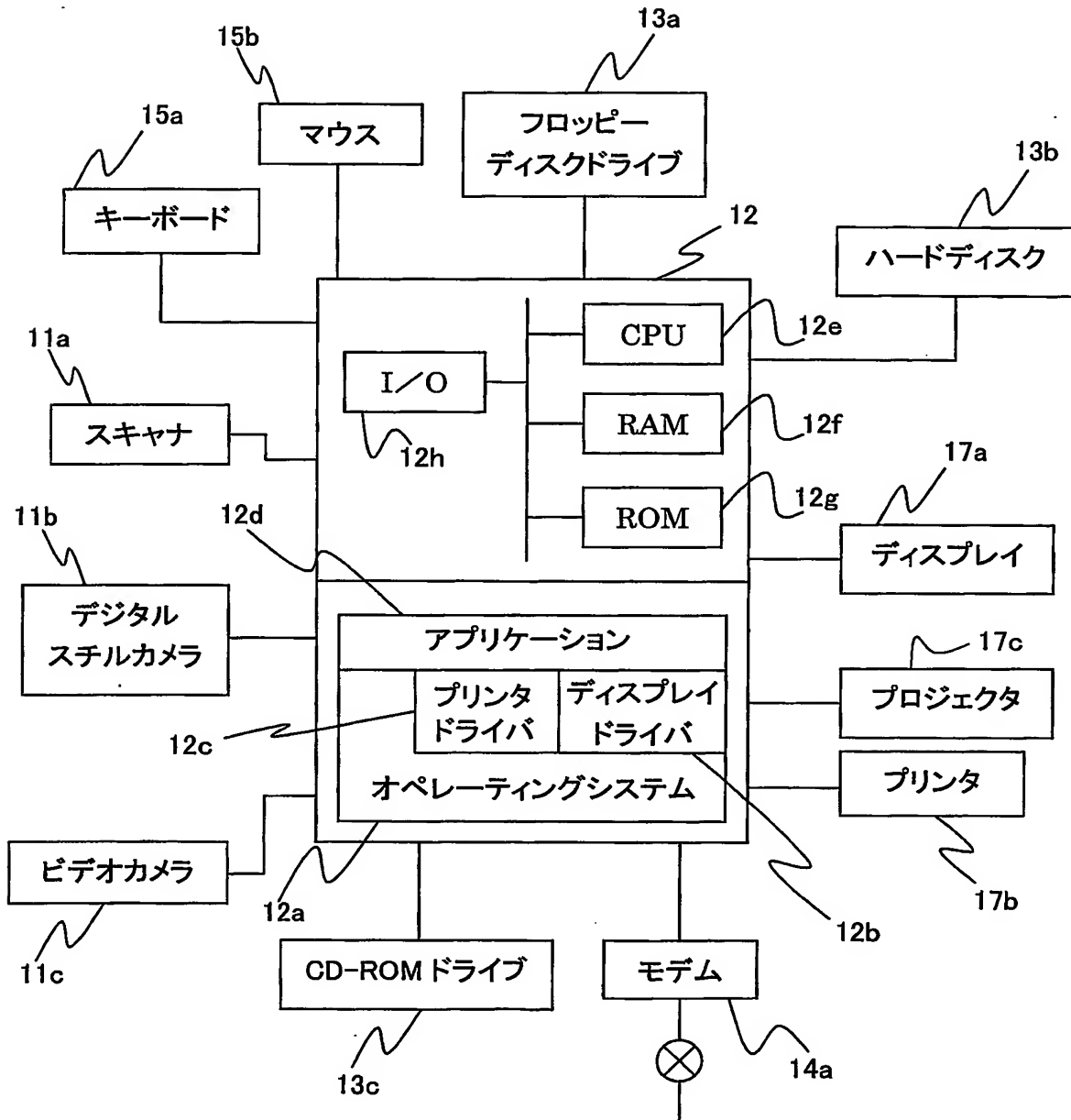
61. 色変換テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための複数のコストを用いて色変換テーブルを生成する方法。

1/19

## 第 1 図

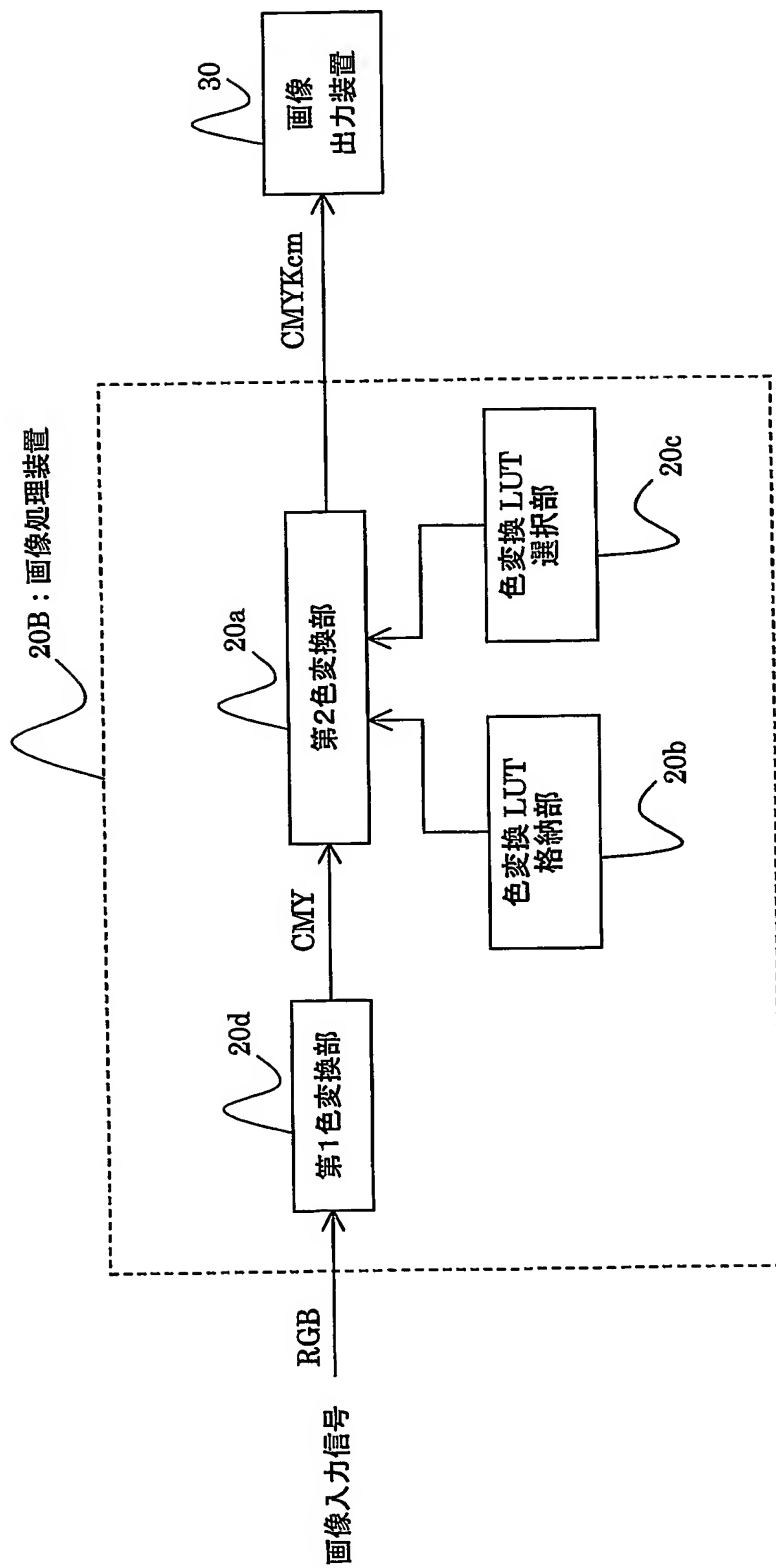


第 2 図



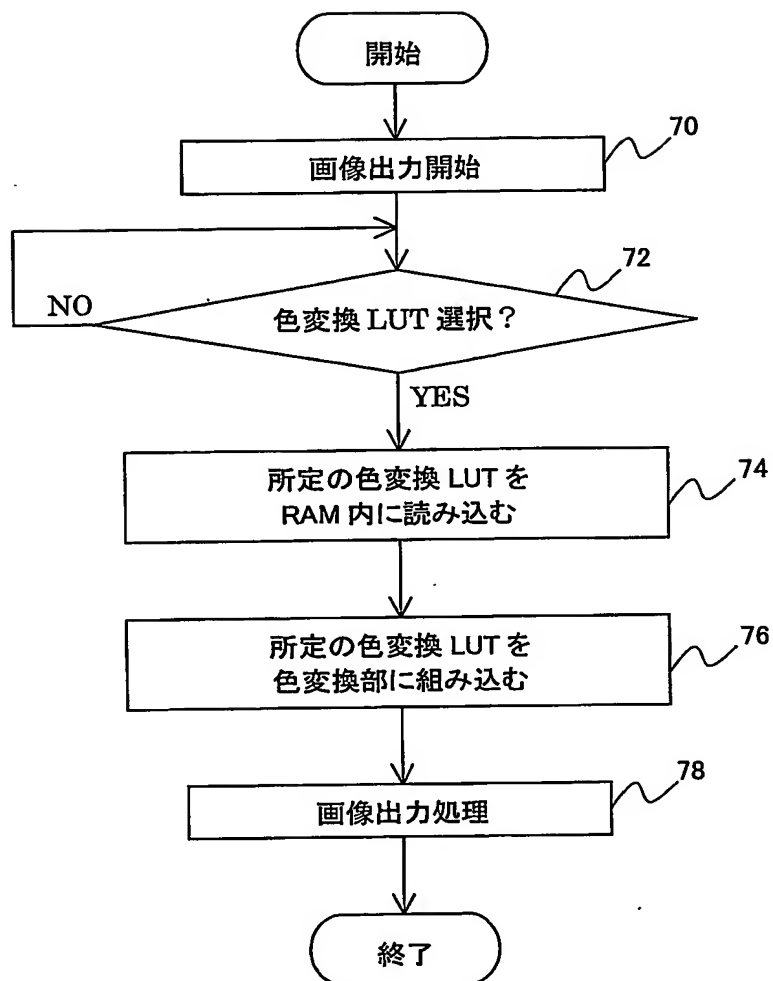
3/19

第 3 図



4/19

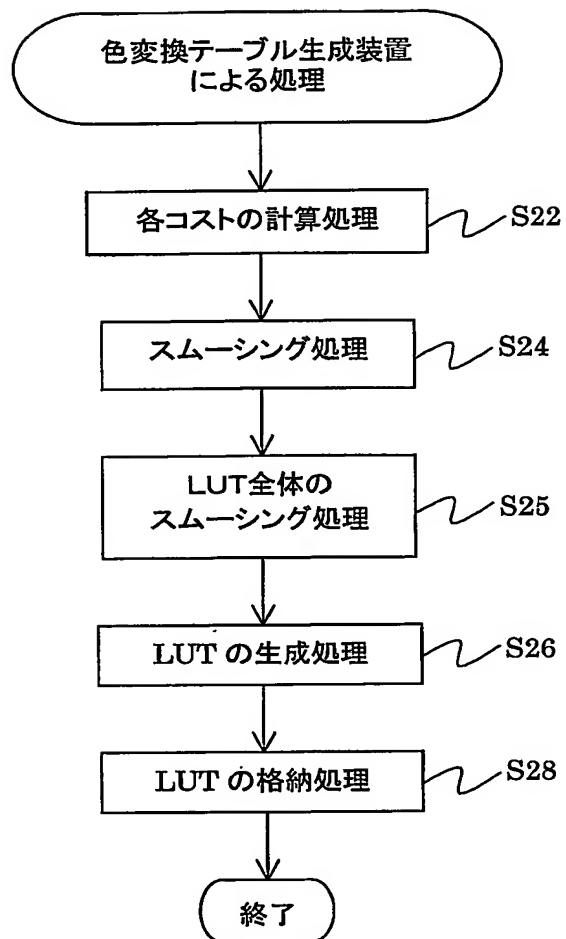
## 第 4 図





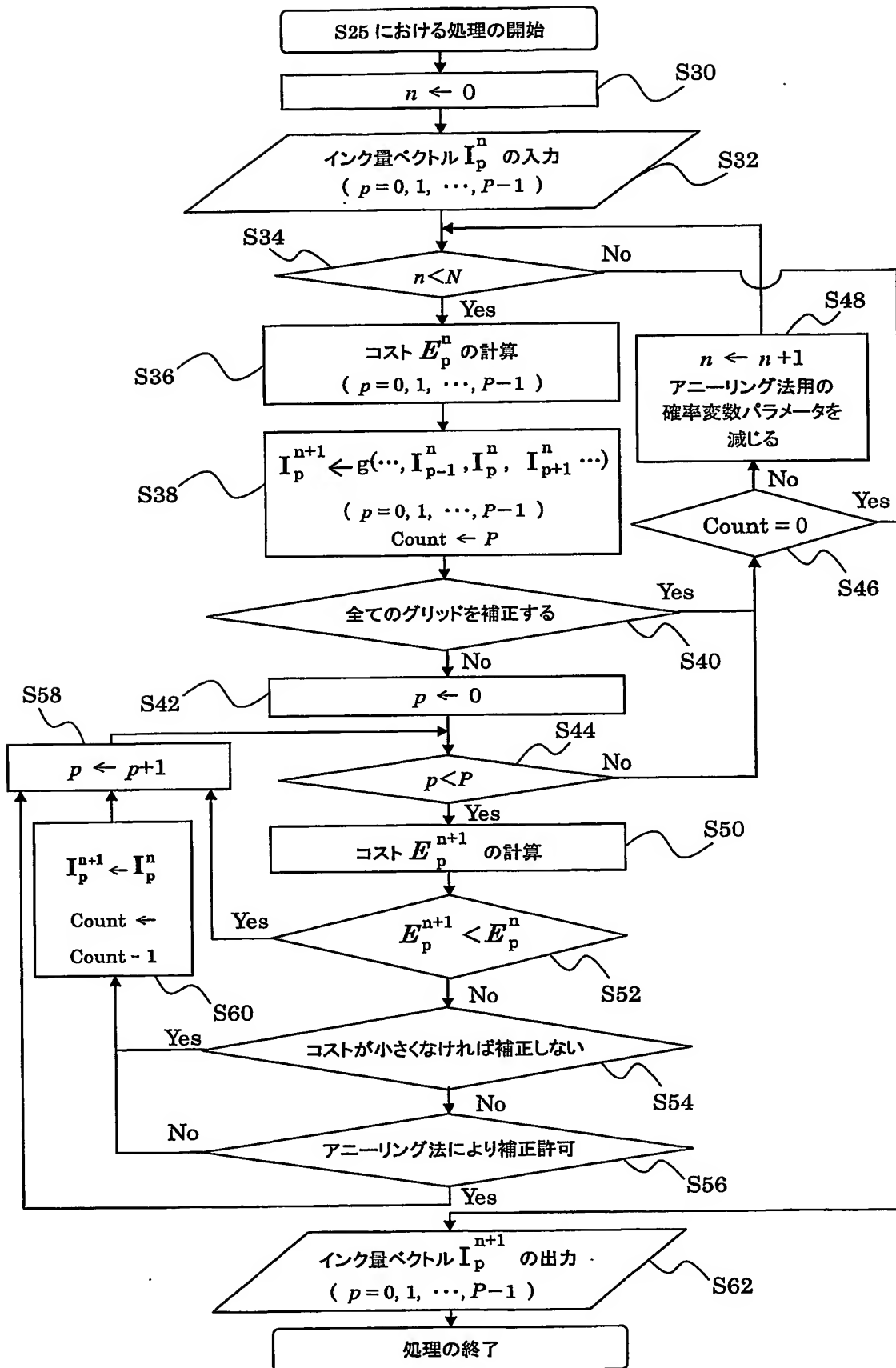
5/19

## 第 5 図



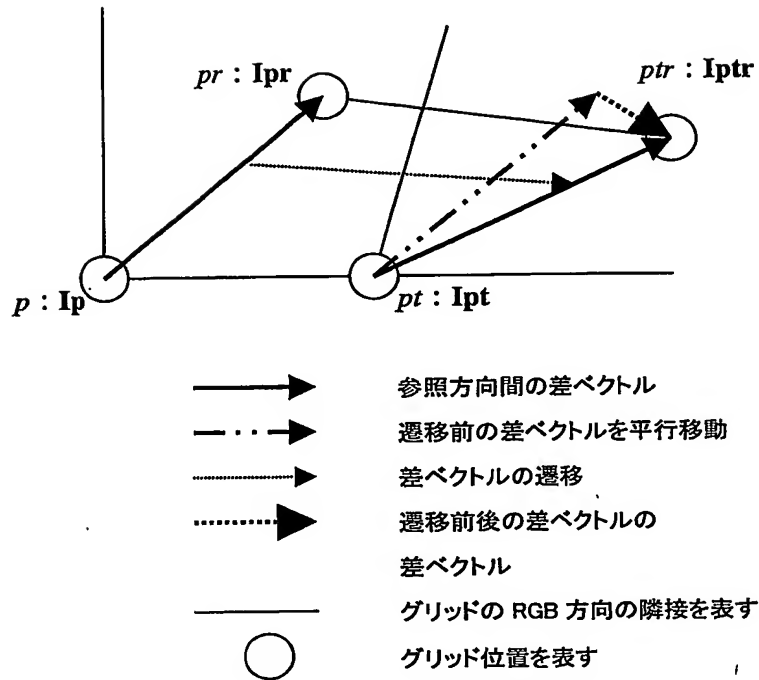
6/19

## 第 6 図

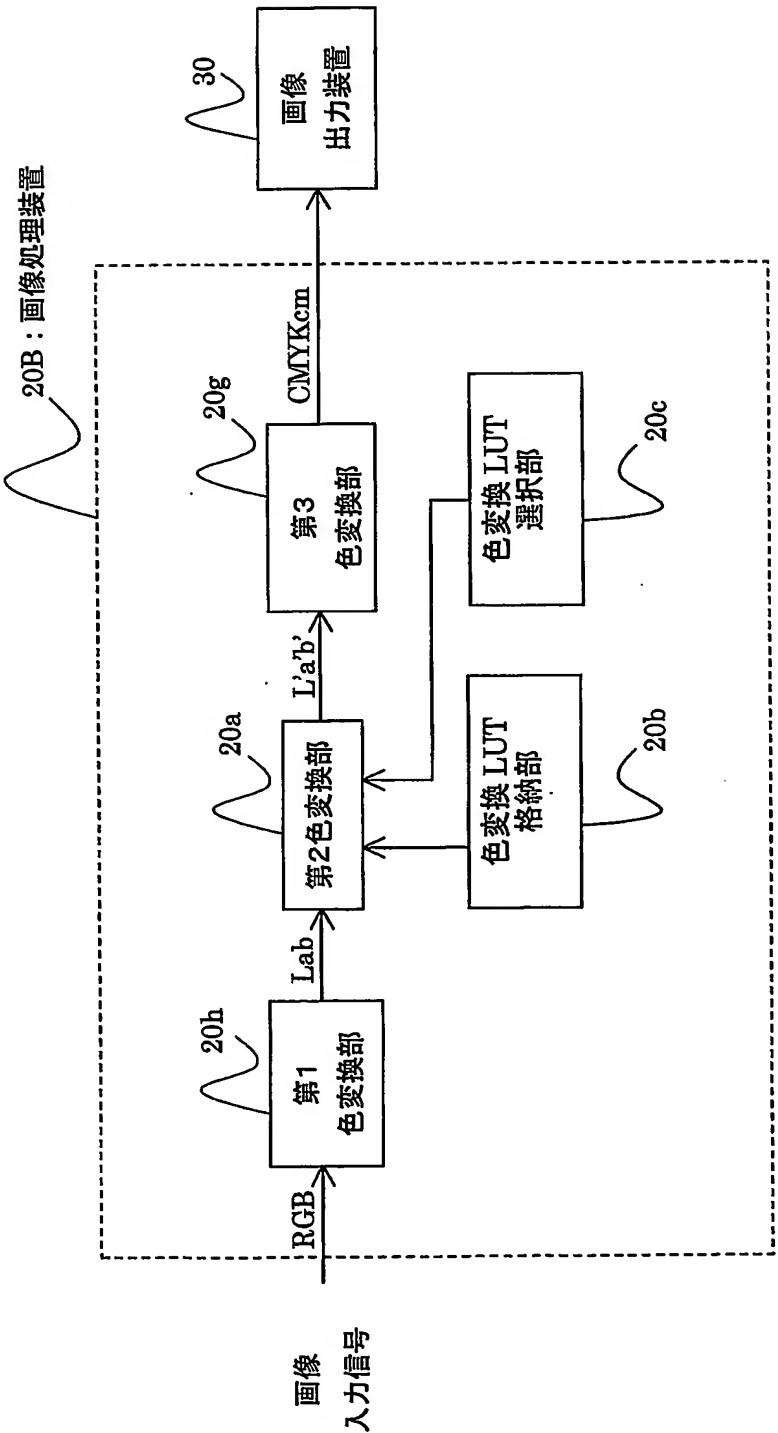


7/19

## 第 7 図

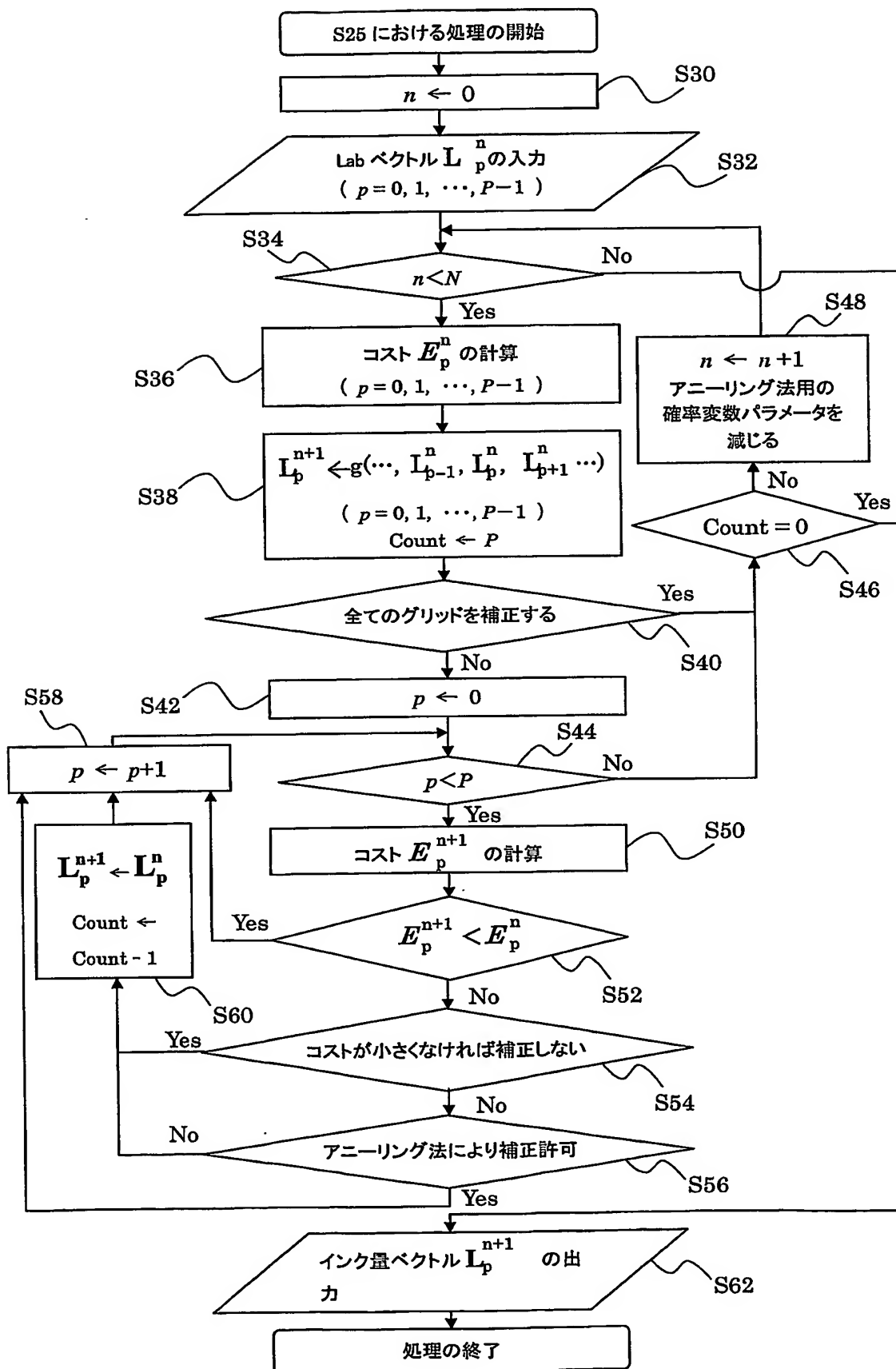


第 8 图



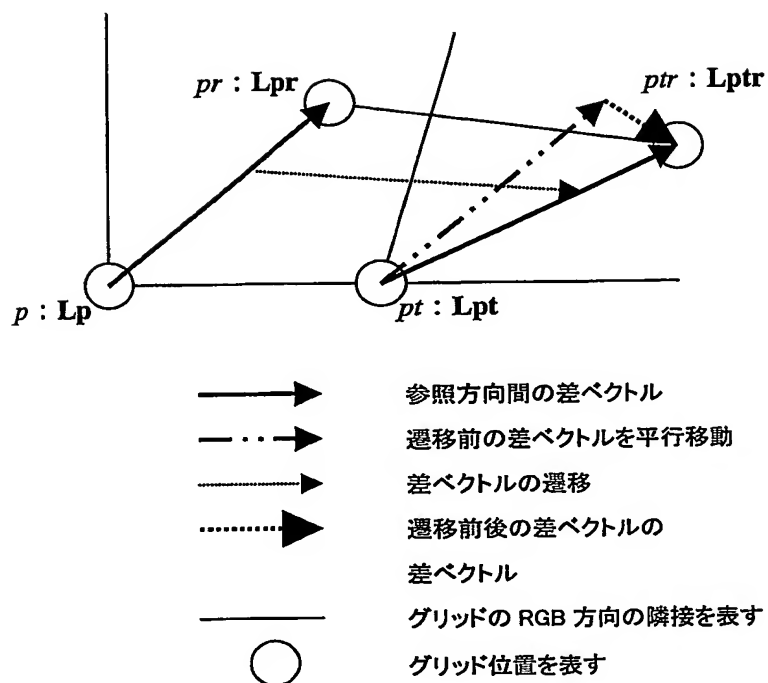
9/19

## 第9図



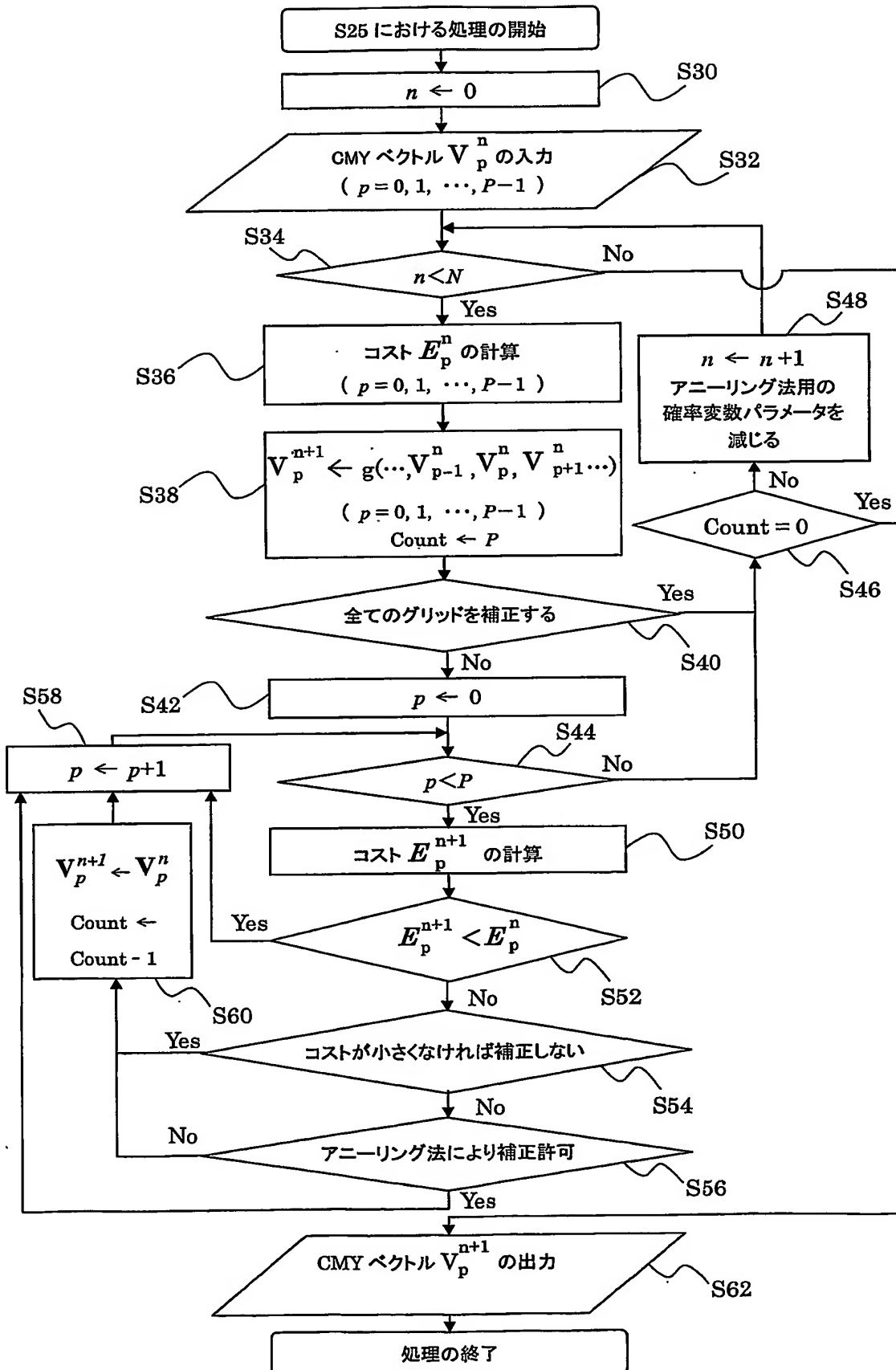
10/19

第 10 図

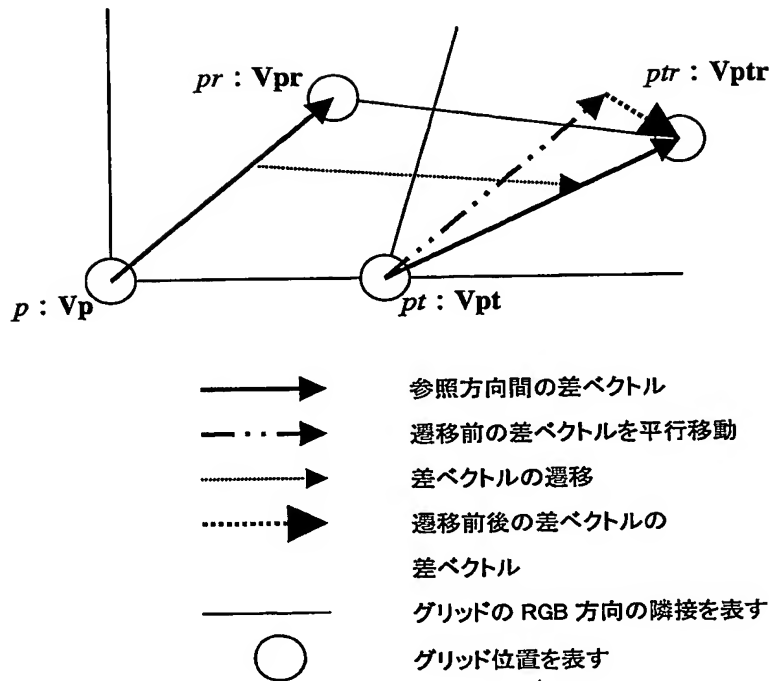


11/19

## 第 11 図



第 12 図



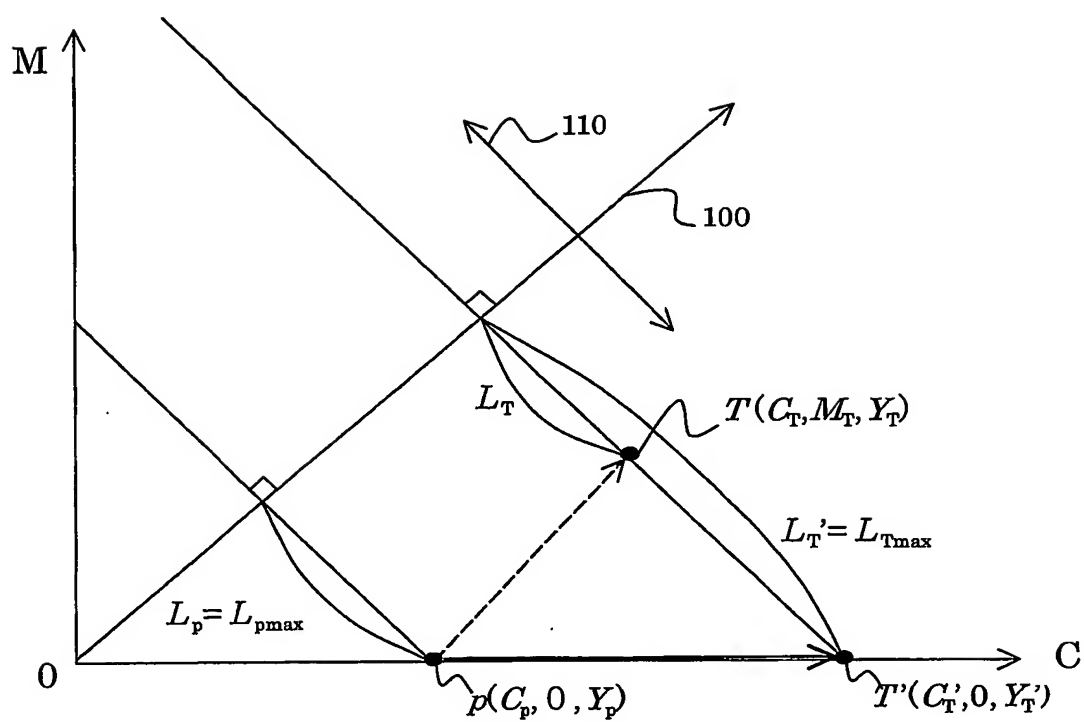




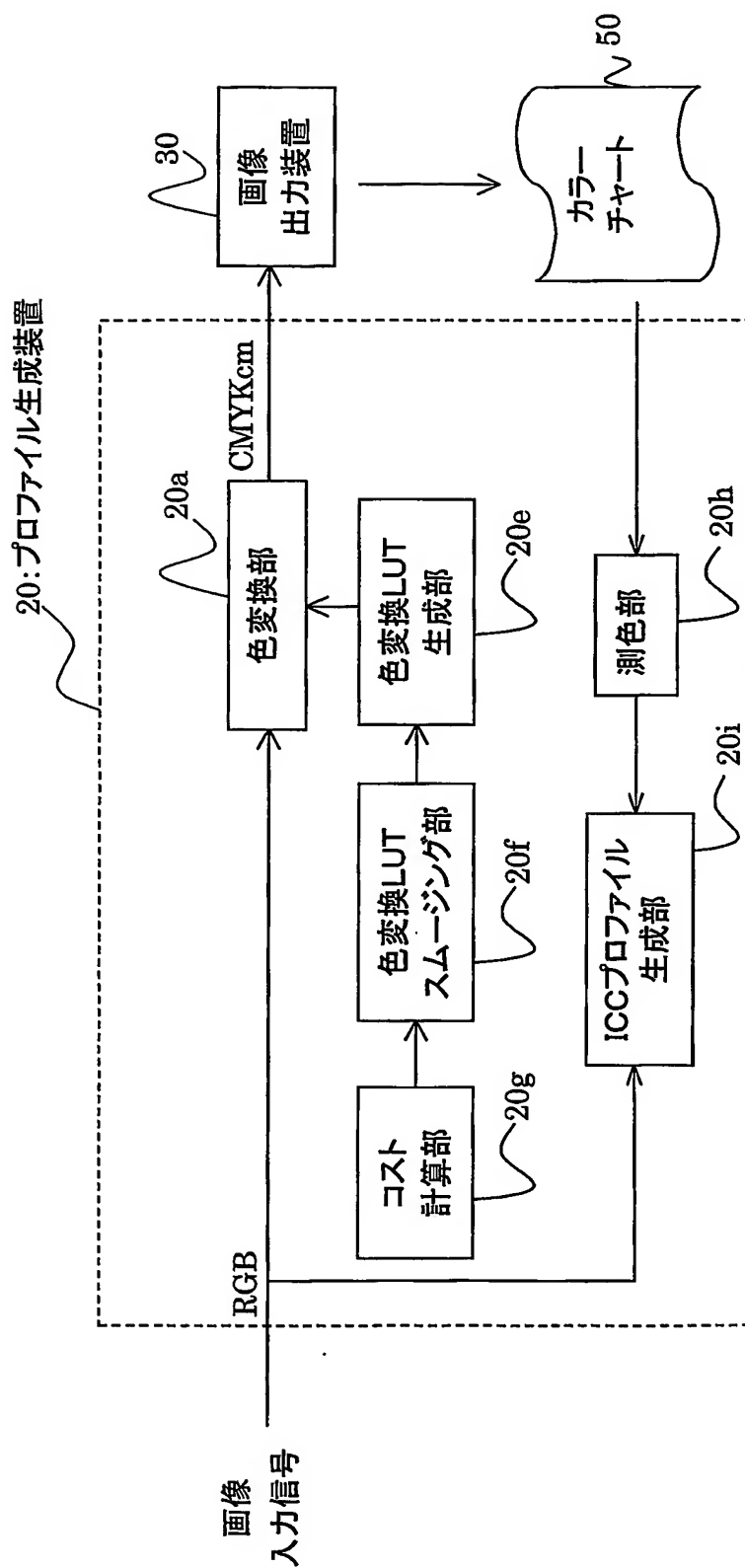


15/19

## 第 15 図

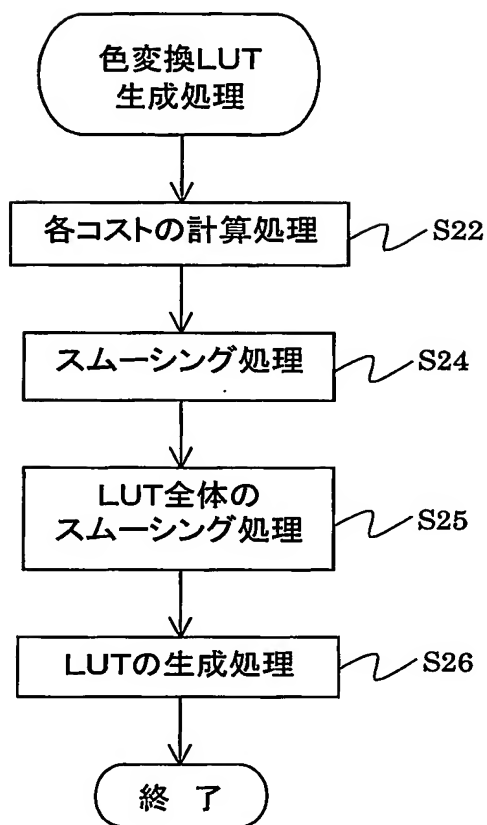


第 16 図



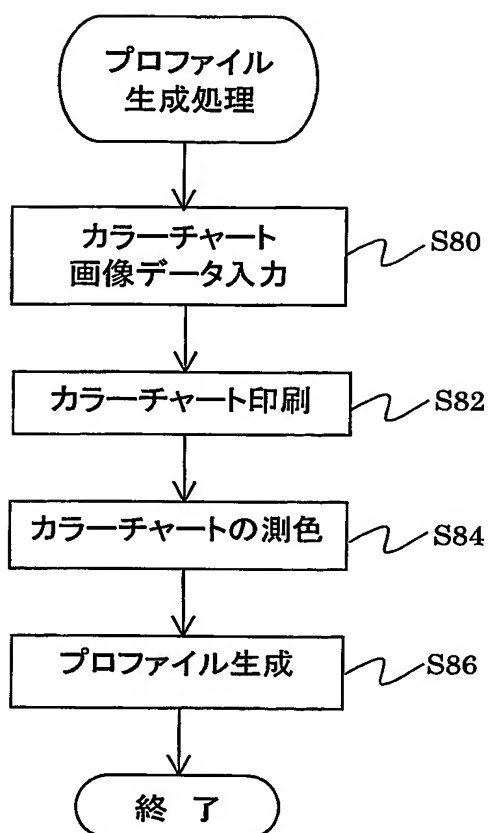
17/19

## 第 17 図

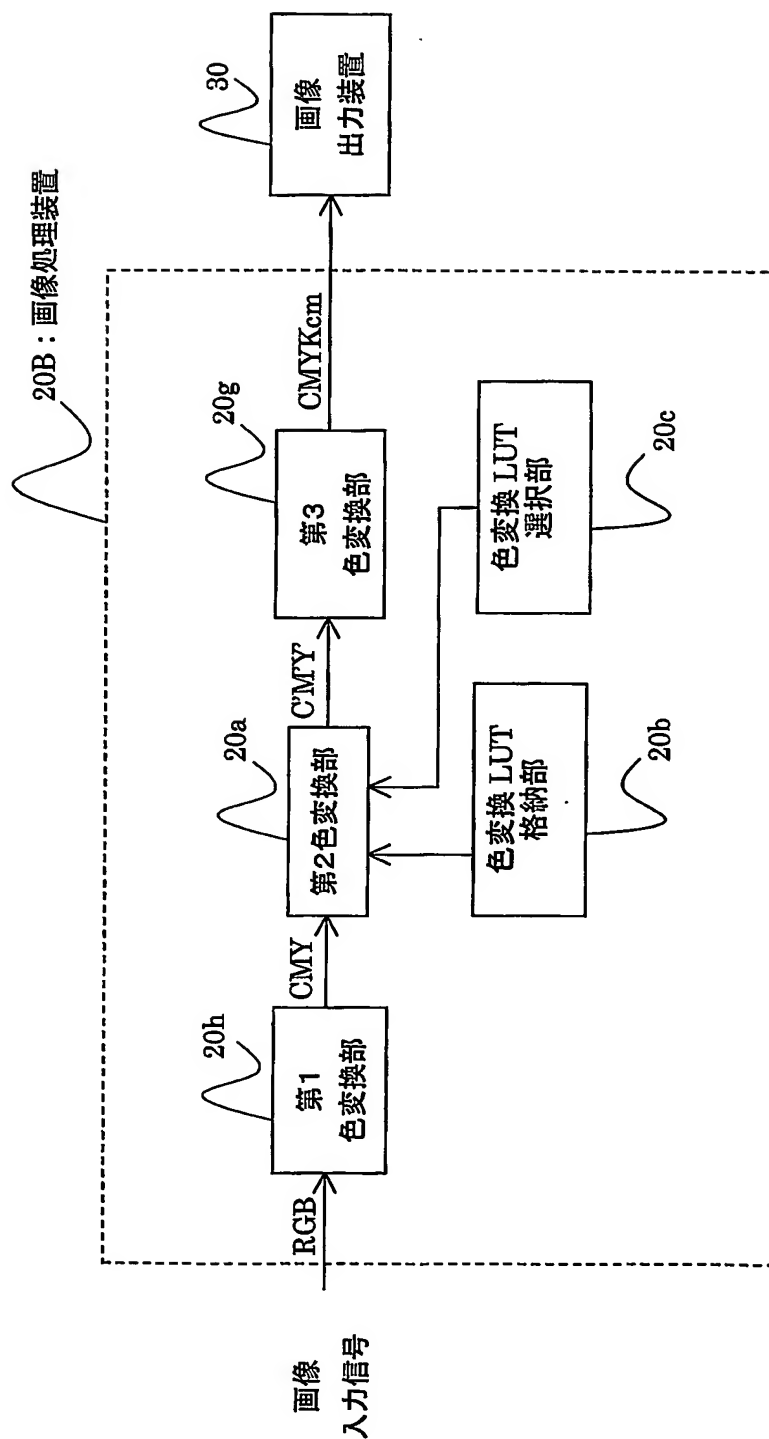


18/19

## 第 18 図



## 第 19 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00110

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H04N1/46, H04N1/60, G06T1/00, B41J2/525

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H04N1/40-1/409, H04N1/46-1/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-509295 A (Apple Computer, Inc.), 16 September, 1997 (16.09.97), Full text; all drawings & WO 95/22867 A1 & US 5557712 A	1-61
X	JP 6-225131 A (Canon Information Systems, Inc.), 12 August, 1994 (12.08.94), Full text; all drawings & US 2599291 A & EP 592147 A3 & EP 592146 A3 & EP 592141 A3 & US 5438649 A & US 5500921 A	1-61



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 April, 2003 (15.04.03)Date of mailing of the international search report  
30 April, 2003 (30.04.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00110

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-225132 A (Canon Information Systems, Inc.), 12 August, 1994 (12.08.94), Full text; all drawings & US 5299291 A & EP 592147 A3 & EP 592146 A3 & EP 592141 A3 & US 5438649 A & US 5500921 A	1-61
X	JP 6-233129 A (Canon Information Systems, Inc.), 19 August, 1994 (19.08.94), Full text; all drawings & US 5299291 A & EP 592147 A3 & EP 592146 A3 & EP 592141 A3 & US 5438649 A & US 5500921 A	1-61
X	JP 1-165441 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 29 June, 1989 (29.06.89), Full text; all drawings & EP 321983 A2 & US 5073818 A	1-61
X	JP 1-166669 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 30 June, 1989 (30.06.89), Full text; all drawings & EP 321983 A2 & US 5073818 A	1-61
X	JP 63-254863 A (Konica Corp.), 21 October, 1988 (21.10.88), Full text; all drawings & EP 273398 A2 & US 4959711 A & US 5065234 A	1-61

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 'H04N1/46, H04N1/60, G06T1/00, B41J2/525

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 'H04N1/40-1/409, H04N1/46-1/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-509295 A (アップル コンピュータ, インコーポレイテッド) 1997. 09. 16, 全文, 全図 & WO 95/22867 A1 & US 5557712 A	1-61
X	JP 6-225131 A (キャノン インフォメーション システムズ インク) 1994. 08. 12, 全文, 全図 & US 5299291 A & EP 592147 A3 & EP 592146 A3 & EP 592141 A3 & US 5438649 A & US 5500921 A	1-61

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 04. 03

国際調査報告の発送日

30.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中純

5V

9074

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 6-225132 A (キヤノン インフォメーション シ ステムズ インク) 1994. 08. 12, 全文, 全図 & US 5299291 A & EP 592147 A3 & EP 592146 A3 & EP 592141 A3 & US 5438649 A & US 5500921 A	1-61
X	JP 6-233129 A (キヤノン インフォメーション シ ステムズ インク) 1994. 08. 19, 全文, 全図 & US 5299291 A & EP 592147 A3 & EP 592146 A3 & EP 592141 A3 & US 5438649 A & US 5500921 A	1-61
X	JP 1-165441 A (ミノルタカメラ株式会社) 198 9. 06. 29, 全文, 全図 & EP 321983 A2 & US 5073818 A	1-61
X	JP 1-166669 A (ミノルタカメラ株式会社) 198 9. 06. 30, 全文, 全図 & EP 321983 A2 & US 5073818 A	1-61
X	JP 63-254863 A (コニカ株式会社) 1988. 1 0. 21, 全文, 全図 & EP 273398 A2 & US 4959711 A & US 5065234 A	1-61